

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

## **Optimalizace výrobní linky**

## Optimization of the Production Line

Student:

Bc. Vladimír Petráš

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.



## Zadání bakalářské práce

Student: **Bc. Vladimír Petráš**  
Studijní program: **B2341 Strojírenství**  
Studijní obor: **2301R040 Průmyslové inženýrství**  
Téma: **Optimalizace výrobní linky**  
**Optimization of the Production Line**  
Jazyk vypracování: **čeština**

### Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky. Základní pojmy.
2. Analýza současného stavu s ohledem na řešenou problematiku - postup výroby, výrobní časy, použitá zařízení, organizace výroby, pracovníci, materiálové zabezpečení výroby atd.
3. Vyhodnocení analýzy, identifikace problémů, specifikace požadavků týkající se linky.
4. Návrhy řešení a jejich komplexní posouzení.
5. Celkové zhodnocení přínosu práce.

### Seznam doporučené odborné literatury:


HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. 3. vyd. Brno: CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.  
KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.  
ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení výroby*. 1. vyd. Ostrava: Fakulta strojní VŠB – TUO, 2012. 223 s. ISBN 978-80-248-2775-9.  
MUTHER, Richard. *Systematické projektování (S.L.P.)*. 1. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1970.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 08.12.2017

Datum odevzdání: 21.05.2018

  
Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.  
vedoucí katedry



  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 21. 5. 2018

  
.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou\*) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou\*) práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské\*) práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že – podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů - že tato bakalářská\*) práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 21. 5. 2018



Podpis autora práce

Jméno a příjmení autora práce: Vladimír Petráš

Adresa trvalého pobytu autora práce: Nám. S. Freuda 47, Příbor

## **Anotace bakalářské práce**

PETRÁŠ, V. *Optimalizace výrobní linky: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2018, 65 s. Vedoucí práce: Šajdlerová I.

Bakalářská práce se zabývá optimalizací výrobní linky montáže bederního polohovače ve firmě Brose CZ, spol. s r.o. Práce obsahuje nejprve obecnou charakteristiku s ohledem na řešenou problematiku. Následně je provedena analýza současného stavu, která zahrnuje představení firmy, popis produktu, výrobní sortiment dané linky a aktuální objemy výroby, dále pak analýzu současného layoutu, operací na pracovištích, aktuálních výrobních časů a rozdělení pracovníků. Na základě vyhodnocení provedených analýz jsou konkretizovány problémy na lince a navržena řešení k jejich eliminaci, které se týkají zejména technických úprav na lince a zavedení konceptu TPM.

## **Anotation of bachelor thesis**

PETRÁŠ, V. *The Optimization of the Production Line: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB - Technical university of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology 2018, 65 p. Bachelor Thesis head: Šajdlerová, I.

The Bachelor Thesis covers the subject of assembly line optimization for assembly of lumbar adjuster at the Brose CZ, spol. s r. o. company. The work begins with general characteristics of the problem which needs resolving. It's followed by current state analysis, introducing the company, product, production assortment and actual production volumes as well as analysis of existing layout, assembly operations and times, including operators' deployment. Major problems of the assembly line are specified according to results of the analysis. Subsequently, solutions for its elimination are drawn up. They're related particularly to the technical upgrades and TPM implementation.

# Obsah

Seznam použitých značek a zkratk .....	9
Úvod.....	10
1    Obecná charakteristika.....	11
1.1    Obecný postup plánování optimalizace výroby .....	11
1.1.1    Diagnostika .....	11
1.1.2    Sběr informací.....	11
1.1.3    Rozbor.....	11
1.1.4    Návrh .....	12
1.1.5    Realizace .....	13
1.2    Základní pojmy .....	13
1.3    Zásady rozmístění pracovišť v procesu montáže. ....	16
1.4    Navrhování montážní linky.....	16
2    Analýza současného stavu .....	18
2.1    Představení firmy Brose .....	18
2.2    Elektrický bederní polohovač .....	20
2.3    Výrobní sortiment linky Lordoza.....	21
2.4    Aktuální objemy výroby a zákaznické odvolávky na rok 2018.....	21
2.5    Současný layout výrobní linky.....	23
2.6    Popis jednotlivých operací na pracovištích.....	24
2.7    Aktuální výrobní časy a rozdělení pracovníků.....	38
3    Konkretizace problémů a návrhy jejich řešení .....	43
3.1    Technické úpravy na výrobní lince .....	43
3.2    Zavedení konceptu TPM .....	48
3.2.1    Plán pravidelných odstávek na údržbu .....	48
3.2.2    Kontrol procesu pro seřizovače .....	48
3.2.3    Kontrola dat získaných s procesu .....	49
3.3    Výsledné zvýšení OEE.....	49

3.4	Optimalizace layoutu a procesu .....	51
4	Závěr .....	60
	Použité zdroje .....	61
	Seznam vložených obrázků, tabulek, grafů a příloh.....	62
	Příloha A – Vizualizace dat získaných z BMDC.....	65



## Seznam použitých značek a zkratek

AP	Arbeitsplatz	Pracoviště
BMDC	Brose Machines Data Collection	Sběr dat s Brose strojů
CRAFT	Computerized Relative Allocation of Facilities Technique	Počítačová technika relativního rozmístění zařízení
EOLT	End Of Line Tester	Testovací zařízení na konci výrobní linky
HMI	Human – Machine Interface	Uživatelské rozhraní člověk – stroj
MA	Manual Arbeiter	Manuální pracovník, operátor
MTM	Methods Time Measurement	Metody časového měření
MTM-SD	MTM Standard Data	Metody časového měření – Standardní data
MTM-UAS	MTM Universal Analysing System	Metody časového měření – Univerzální analytický systém
OEE	Overall Equipment Effectivness	Celkové využití zařízení
OEM	Original Equipment Manufacturer	Výrobce konečného produktu
PT	Process time	Procesní čas
PLC	Programable logic Contoller	Programovatelný logický počítač
RFT	Right First Time	Správně napoprvé
$t_e$	Celkový čas operace [s]	
VSM	Value Stream Mapping	Mapování toku hodnot

## Úvod

Nedostatek pracovní síly, ať už kvalifikované (technické funkce) nebo nekvalifikované (montážní dělníci) jsou v současné době jedním z hlavních problémů českého strojírenství a průmyslu vůbec. Dalším problémem je stále rostoucí konkurence a nároky na maximální efektivnost výroby a minimalizaci nákladů.

Podobné problémy se nevyhnuly ani firmě Brose CZ, spol. s r.o. v Kopřivnici. Je nutné šetřit nejen výrobními prostředky a časem, ale také lidskými zdroji, kterých je nedostatek. Od toho se odvíjí dlouhodobá strategie firmy, což vedlo také ke vzniku této bakalářské práce.

Cílem práce je zmapování konkrétní situace ve výrobním procesu a racionalizace jednotlivých operací na základě zjištěných faktů. Důležitým bodem je detekce úzkého místa a jeho minimalizaci. Dále se bude zbytek procesu optimalizovat k tomuto úzkému místu (tzv. bottle neck). Výstupem práce by mělo být zvýšení výrobní kapacity, jenž je reakcí na očekávané zvýšení odvolávek zákazníků po daném výrobku a optimalizace celkového využití zařízení.

# 1 Obecná charakteristika

## 1.1 Obecný postup plánování optimalizace výroby

V případech optimalizace existujícího výrobního procesu, je klíčem k úspěchu správný metodický postup (5):

### 1.1.1 Diagnostika

V prvním kroku se provádí orientační průzkum aktuálního stavu výrobního procesu. Jde o první, odborný pohled na proces. V zásadě se zde rozeznávají základní nedostatky daného výrobního procesu. Měly by se brát v úvahu samotné **úseky a operace výroby**, včetně samotného **výrobku a výrobního programu**, dále **organizace výrobního procesu** a v poslední řadě také **organizace a technika řízení** (5).

### 1.1.2 Sběr informací

Tento druhý krok je výchozím krokem pro „rozbor“ konkrétní situace. Sběr informací by měl být systematicky organizovaný, aby došlo k maximální úspoře času. Posbírané data by měla být relevantní. Lze je získávat s evidence, nebo aktuálním pozorováním (5).

### 1.1.3 Rozbor

Třetí krok rozebírá a vyhodnocuje posbírané informace s předchozího kroku. V úvahu se berou následující kritéria:

- vybavenost výroby technickými prostředky a jejich využití,
- technický stav výrobních prostředků,
- tok materiálu dané výroby,
- časové rozborů výrobních operací,
- aktuální dispoziční řešení výrobního procesu,
- ergonomická situace v daném výrobním procesu,
- úroveň řízení a kontroly výrobního procesu (5).

K samotnému rozboru se používá velké množství rozborových metod.

**Metody rozboru pracnosti operací** pomáhají určit spotřebu času ve výrobních a manipulačních operacích. V současné době rozlišujeme následující rozboru pracnosti:

- Metody časových studií. Zde zařazujeme snímky operací, snímky průběhu práce, chronometráže nebo snímky pracovního dne.
- Metoda mžikových pozorování.
- Metody fotografické a filmové, jako metoda momentkového snímkování, metoda sběrného záznamu nebo metoda plynulého záznamu.
- Metody mikro elementárních studií, jako metoda MOST metoda MTM.

**Metody rozboru materiálových toků** se zabývají komplexně materiálovým tokem v celém výrobním závodu i mimo něj. Vychází z objemu manipulace, nákladů na manipulaci a vzdálenostmi do kterých se materiál dopravuje (což zahrnuje také rozmístění vstupních a výstupních míst pro materiál. Okrajově bych zmínil několik zásadních metod:

- Metoda postupových listů a postupových grafů.
- Metoda postupového schématu.
- Metoda šachovnicové tabulky.
- Schémata dopravních cest.
- Sankeyův diagram.
- Metoda CRAFT, atd.

Další jsou **metody studia technologických procesů** (různé laboratorní a bilanční metody), **metody hodnotové analýzy** (VSM – Value Stream Mapping), **metody humanizace práce a ergonomie práce** (hygienické, pracovní a ergonomické metody a rozboru) a v neposlední řadě **matematické metody** (statistické metody, operační analýzy, grafické metody a metody matematického modelování), apod.

#### **1.1.4 Návrh**

Na základě kvalitního rozboru současné situace lze aplikovat kreativitu a navrhnout optimalizaci výrobního procesu. Je vhodné vypracovat více variant, ze které se poté realizuje pouze jedna. V návrhu je nutné zohlednit také ekonomické náklady a přínosy.

K rozhodování, která varianta je vhodnější opět slouží velká řada metod (metoda těžiště, metoda CRAFT, trojúhelníková metoda hodnocení vztahů, metoda posloupnosti operací, metoda souřadnic apod.)

### 1.1.5 Realizace

V posledním kroku se uvádí konečný návrh do života. Zpravidla se zde projevují nedostatky, zanedbané v předchozích krocích, které by měly být zohledněny při řešení dalších projektů. K závěru realizačního kroku by měl být vytvořen tzv. předávací protokol a zpracováno závěrečné vyhodnocení celého projektu.

## 1.2 Základní pojmy

Rozlišujeme tři základní dělení výroby podle počtu kusů, tedy vyráběných objemů (5):

**Hromadná výroba** je výroba velkých objemů jednoho nebo jen malého množství druhů standardizovaných produktů. Využívá se převážně jednoúčelových strojů a výrobních linek, pracovníci výroby jsou většinou s nízkou kvalifikací a úzkou specializací, délka jednotlivých operací jsou v řádu desítek sekund (dle MTM maximálně 30 sekund využívá se MTM-1).

**Sériová výroba** je charakterizována většími objemy výroby (menší než u hromadné výroby) produktů stejného druhu (tzv. sériemi). Tato výroba je typická pro automobilový průmysl, domácí spotřebiče apod. Délka jednotlivých operací může dosáhnout až několika minut (dle MTM se jedná o rozmezí mez 30 sekundami a 2,5 minutami, používá se MTM-2 nebo MTM-Standardní data popř. MTM-UAS). Sériovou výrobu dále můžeme rozdělit na malou sérii (5 – 50 ks), střední sérii (50 – 500 ks) a velkou sérii (přes 500 ks). Sériovou výrobou se budu dále zabývat při řešení teoretické části bakalářské práce.

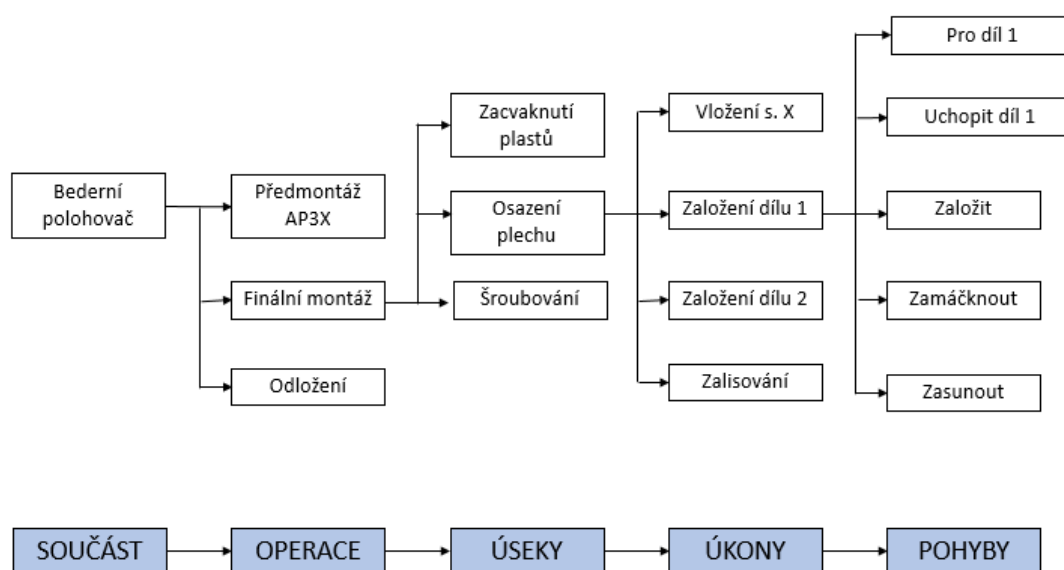
**Kusová výroba** je výrobou menšího počtu (jeden až několik málo kusů) mnoha druhů výrobků. Výrobní zařízení jsou univerzální a pracovníci výroby by měli být vysoce kvalifikovaní. Zde můžeme zařadit například výrobu jednoúčelových montážních linek apod.

Další dělení, které bere v potaz druhy vyráběných produktů, je na základní výrobu, vedlejší výrobu, doplňkovou výrobu a přidruženou výrobu.

Samotný výrobní proces se pro přehlednost dělí na jednotlivé operace, ty dále na dílčí úseky, úkony až po elementární pohyby.

**Operace** je základním procesem přidělovaným zpravidla jednomu pracovníkovi. Rozlišujeme výrobní operace (technologické operace) a manipulační (manipulace s materiálem a výrobky).

Operace se dále rozpadá na jednotlivé **úseky**. Tyto jsou charakteristické prací s jedním nástrojem, případně na stejné ploše výrobku. Tyto se dále rozpadají na jednotlivé **úkony**. Úkon je jednoduchou činností stejného charakteru. Úkony se skládají s jednotlivých **pohybů**. Jedná se o nejmenší možnou pracovní činnost. Pohyby jsou základní stavební jednotkou metodiky MTM-1, MTM-2 včetně MTM-SD a MTM-UAS.



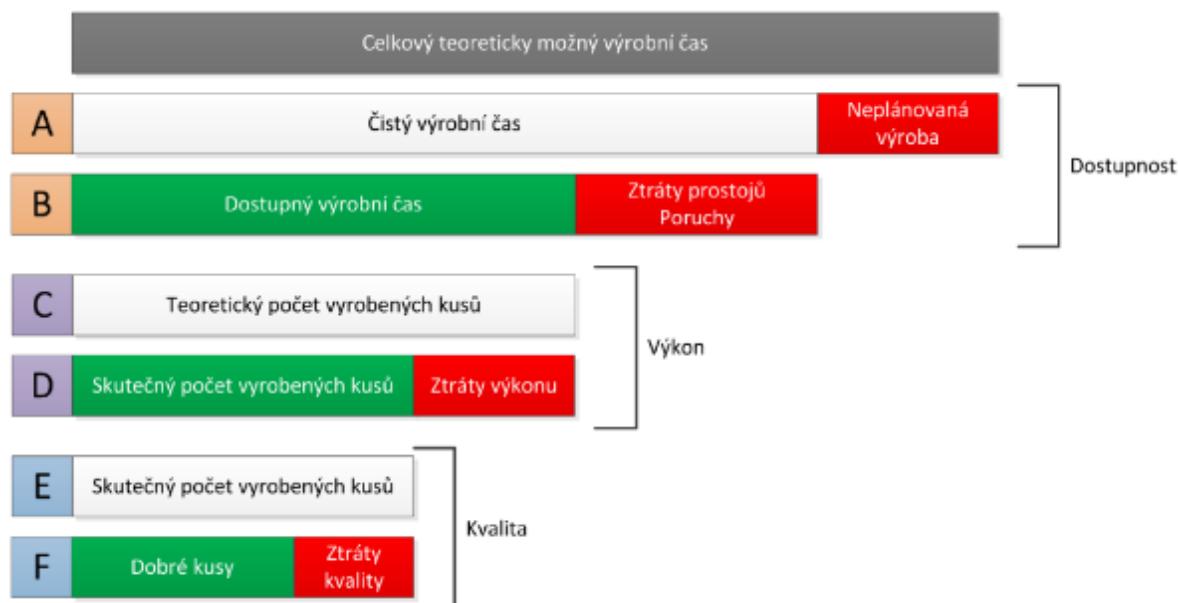
Obrázek 1 – Rozpad operací na úseky, úkony a pohyby – vizualizace

Jedním z klíčových ukazatelů vybalancovaného výrobního systému je **OEE** (celková efektivnost zařízení). Jedná se o souhrnný poměrový ukazatel, který je složen s ukazatele dostupnosti zařízení, ukazatele výkonu a ukazatele kvality.

Dostupnost zařízení popisuje skutečný čas, kdy se na stroji vyrábělo, v poměru k celkovému výrobnímu času. Rozdíl mezi těmito dvěma časy způsobují plánované, zákonné přestávky, ale také neplánované prostoje způsobené poruchou výrobního zařízení.

Výkon zařízení je rozdíl mezi plánovaným počtem vyrobených kusů, který vychází s taktu stroje nebo pracovních norem a skutečným počtem vyrobených kusů.

Kvalita je poměr zmetků k tzv. RTF kusům, tedy výrobkům, které byly v pořádku hned po výrobním procesu (nezapočítávají se opravované díly, které ve skutečnosti nejsou ve finále zmetky).



Obrázek 2 – OEE vizualizace (4)

Výpočet celkového ukazatele OEE je následovný (4):

$$OEE = \frac{\text{Dostupný výr. čas}}{\text{Čistý výr. čas}} \times \frac{\text{Skut. počet vyrob. kusů}}{\text{Teoret. počet vyr. kusů}} \times \frac{\text{Dobré kusy}}{\text{Skut. počet vyr. kusů}} \quad [-] \quad (1)$$

Dalším významným pojmem v případě optimalizace a projektování výroby je **bottle neck**, anglický pojem označující v českém jazyce **úzké místo**. Označuje se tak nejvytíženější nebo nejpomalejší článek výrobního řetězce. Úzké místo většinou určuje takt celého procesu. V rychlejších místech procesu před úzkým místem dochází k hromadění zásob rozpracované výroby, zatímco za úzkým místem dochází k čekání na hotovou rozpracovanou výrobu.

### 1.3 Zásady rozmístění pracovišť v procesu montáže.

Rozlišujeme pět základních rozmístění strojů a pracovišť, které ovšem musí vycházet s předchozích analýz a rozborů (5):

- volné,
- technologické,
- předmětné,
- modulární,
- buňkové.

U **volného** uspořádání pracovišť není zohledněn materiálový tok, návaznosti operací a organizační vztahy. V současné době je tento způsob krajně nevhodný.

**Technologické** uspořádání bere v úvahu technologické typy procesů a tyto jsou spojovány podle jejich příbuznosti, tedy svařovny, kovárny, obráběcí centra, montáže apod.

**Předmětné** uspořádání je charakteristické řazením jednotlivých pracovišť dle technologického postupu dané výroby.

**Modulární** uspořádání je postaveno na seskupování technologických bloků, které jsou stejného zaměření a každé plní více technologických funkcí. Velké využití je především u NC pracovišť.

**Buňkové** uspořádání výroby je používáno u manuálních, poloautomatických nebo plně automatických procesů. U manuálních montáží se jedná o jednoúčelové pracoviště, využitím tekutinových mechanismů a centrálně řízených ručních nástrojů. U automatických a poloautomatických procesů s využitím průmyslových robotů, dopravníků, podavačů apod. Přípravné procesy pro tyto montáže jsou obvykle realizovány mimo dané pracoviště a jsou dodávány jako vstupní materiály nebo vstupní sestavy.

### 1.4 Navrhování montážní linky

Návrh montážní linky vychází z technologického postupu montování jednotlivých dílů a podsestav do jednoho celku. Výchozími podklady jsou montážní výkresy. Je to jedna z posledních etap výroby.



Optimální montážní proces je postaven na návrhu efektivního technologického postupu (toku) s ohledem na dopravní vazby a ostatní vazby spojené s danou výrobou. K vizualizaci se využívají schématická znázornění technologické návaznosti jednotlivých dílů a podskupin.

Při optimalizaci se vychází ze současného stavu, který se optimalizuje. Ohled se bere na časovou synchronizaci a posloupnost jednotlivých montážních operací. To je spojeno s identifikací úzkého místa současné výroby.

Pro montážní linky se v automobilovém průmyslu uplatňuje především buňkové uspořádání.

## **2 Analýza současného stavu**

Kapitola shrnuje dvě z etap plánování optimalizace a racionalizace výrobního procesu, a to diagnostiku a sběr informací. V prvních kapitolách představím společnost Brose CZ, spol. s r.o. (dále jen Brose), kde se výrobní linka vyskytuje. Dále představím samotný bederní polohovač a jeho jednotlivé části roztřídím do výrobních podskupin a popíšu ve vztahu k jeho výrobnímu procesu. Každou výrobní operaci poté podrobně popíšu.

### **2.1 Představení firmy Brose**

Firma Brose byla založena v roce 1908 jediným vlastníkem Maxem Brose jako obchodní společnost s díly pro automobilový průmysl. Firma zůstala rodinnou firmou až do dnešních let, kdy s obratem 6,1 biliónů eur ročně zaměstnává v 60 lokacích, umístěných v 23 zemích světa, přes 25 000 zaměstnanců.

Sortiment firmy se během jejího vývoje rozvíjel a rozšiřoval. Vedle příslušenství pro automobily, nabízela firma také příslušenství k motocyklům, včetně auto-moto oblečení a nezapomínali na vybavení čtyřnohých spolujezdců.

V roce 1919 byla postavena ve městě Coburg v Německu, první továrna s názvem Metallwerk Max Brose & Co.

V roce 1926 nechal Max Brose patentovat vynález klikového stahovače oken, což odstartovalo novou éru jeho podnikání.

Od roku 1936 zahájil první hromadnou výrobu, a to kanystrů na benzín, kde se začaly implementovat první automatické výrobní procesy a kontroly jakosti. Do roku 1954 se zabývali různou výrobou, mezi jejíž sortiment patřily například i psací stroje. Nová éra započala až po 1954, kdy svět ovládl Volks Wagen Beetle. Brose se zapojil jak do výroby stahovačů oken pro tyto nové vozy, ale také pro Auto-Union, Borgward, Mercedes, Ford, Goliath, Opel, MAN a Tempo.

V roce 1955 již zaměstnává kolem 550-ti lidí a stal se tak největším zaměstnavatelem v Coburgu. V 60-tých letech přichází na trh s elektrickými stahovači oken a manuálním nastavením autosedaček. Mezi první zákazníky patří BMW a Mercedes.

V současné době Brose Group dodává své výrobky přibližně 80-ti výrobcům automobilů a 40-ti subdodavatelům pro automobilový průmysl.

Výrobní závod v Kopřivnici byl založen roku 2004 a je v současné době jedním z největších ze skupiny Brose na světě (počet zaměstnanců se pohybuje okolo 2500). Ve skutečnosti zahrnuje dvě výrobní haly v Kopřivnici a jednu v Rožnově pod Pradědem.

Jeho sortiment je převážně založen na výrobě sedadlových systémů (kompletních sedadlových rámců včetně mechatronických komponentů), dále jsou to dveřní zámkové moduly (závod v Rožnově), pohony klimatizací a posilovačů řízení. Hlavními zákazníky pro závod Kopřivnice jsou Audi, Volkswagen, BMW, Daimler, Volvo a Jaguar Land Rover.



Obrázek 3 – Závod Brose v Kopřivnici<sup>3</sup>



Obrázek 4 – Výroba v závodu Brose v Kopřivnici<sup>3</sup>



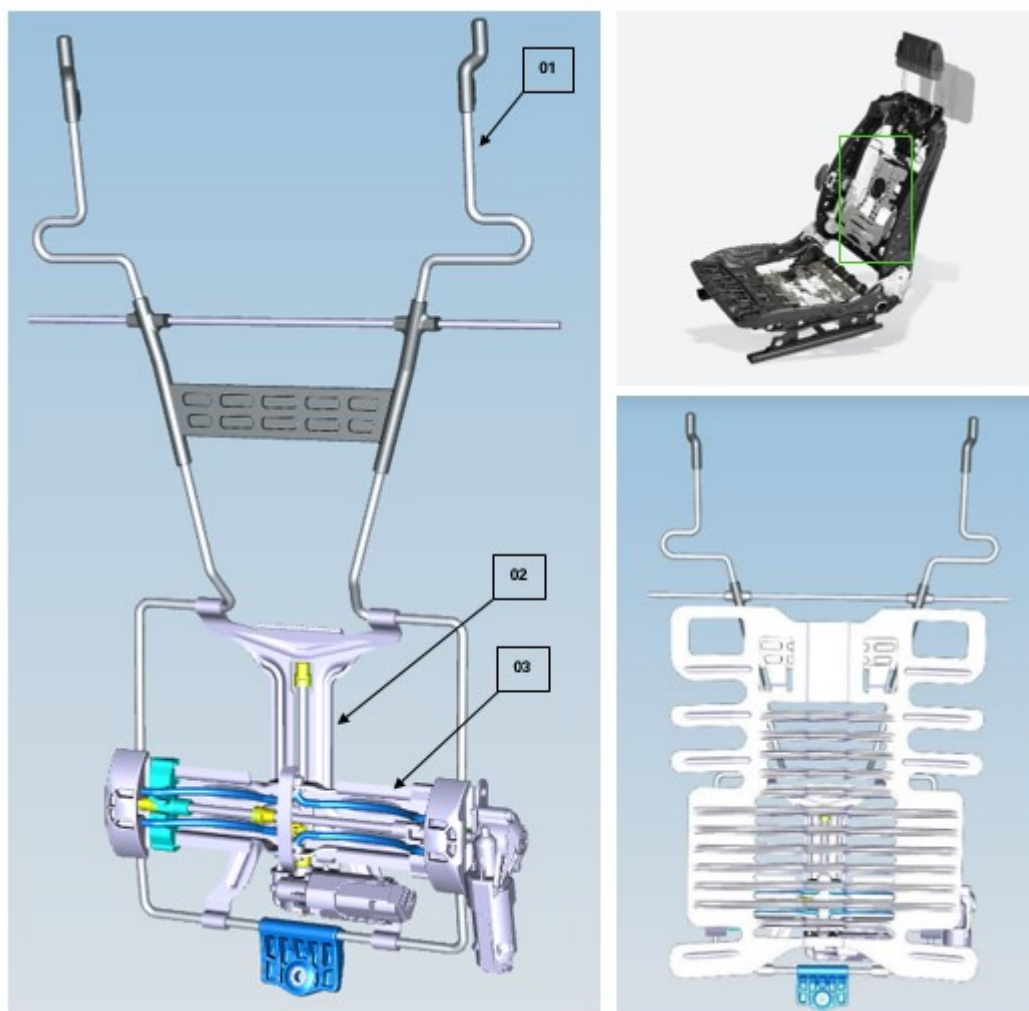
Obrázek 5 – Zleva zadní sedadlová řada, přední sedadla, elektrický bederní polohovač<sup>3</sup>



Obrázek 6 – Zleva polohovač opěrky hlavy, polohovač naklonění sedáku, elektromotor<sup>3</sup>

## 2.2 Elektrický bederní polohovač

Elektrický bederní polohovač je komponent opěrky, který je umístěn v jejím středu (Obrázek 7, vpravo nahoře). Jeho hlavní funkcí je přizpůsobit anatomicky střed opěrky bedrům uživatele, jejím prohnutím. Polohovač se dá nastavit ve dvou osách. Výškové nastavení, osa x (Obr. 7, vlevo 03) a nastavení hloubky, osa z (Obr. 7, vlevo 02). Tyto dvě podsestavy jsou osazeny do drátového rámu (Obr. 7, vlevo 01), na který je nasazena plastová podložka (Obr. 7, vpravo dole), která tvoří dosedací plochu mezi bedry uživatele a polohovačem.



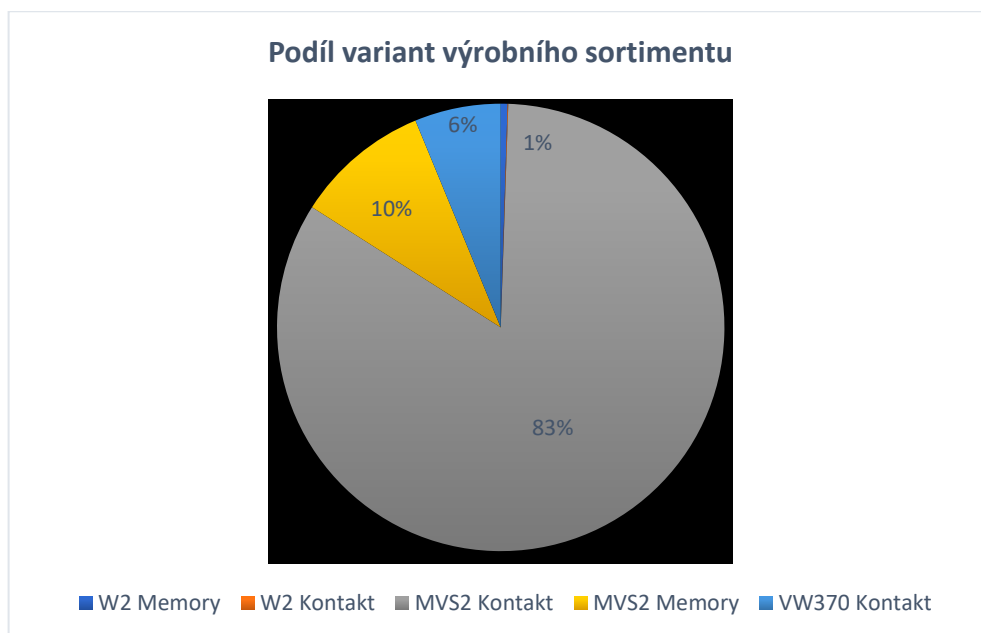
Obrázek 7 – Vlevo polohovač opěrky hlavy bez plastové podložky; vpravo nahoře: umístění bederního polohovače v opěrce; vpravo dole: bederní polohovač s plastovou podložkou.

## 2.3 Výrobní sortiment linky Lordoza

1. Lordoza MVS2 kontakt
2. Lordoza MVS2 memory
3. Lordoza VW370 kontakt Evropa
4. Lordoza VW370 memory Evropa
5. Lordoza VW370 kontakt Čína
6. Lordoza VW370 memory Čína
7. Lordoza W2 kontakt
8. Lordoza W2 memory
9. Sestava motor a šnek IBK kontakt
10. Sestava motor a šnek IBK memory

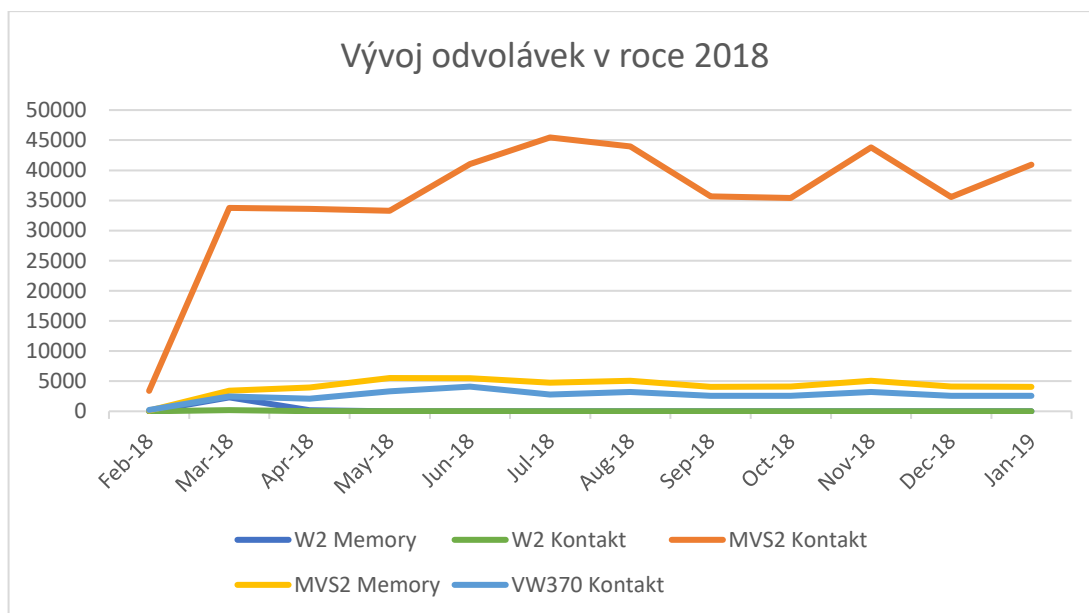
## 2.4 Aktuální objemy výroby a zákaznické odvolávky na rok 2018

V grafu 1 je vidět aktuální podíl jednotlivých variant na objemu výroby. Zde je patrné, že varianty W2 mají minimální podíl a stávají se tímto výběhovým produktem. Zatímco variant MVS 2 jsou hlavní hnací silou celé výroby.

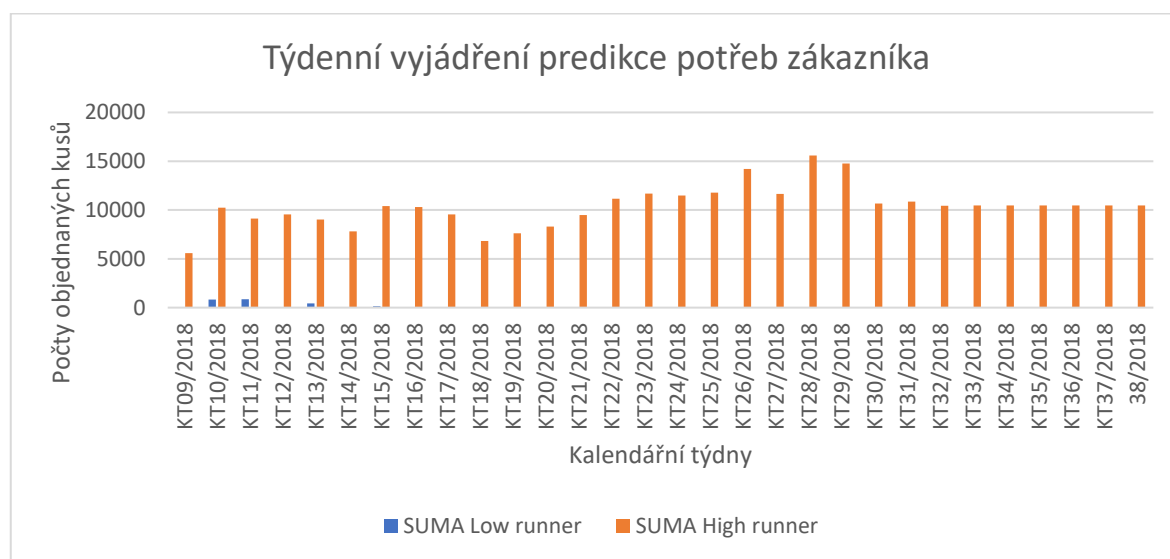


*Graf 1 – Podíl variant na celkovém výrobním sortimentu linky*

Tento trend také potvrzuje graf 2, který ukazuje rostoucí poptávku po variantách MVS 2 a silném útlumu variant W2. Nejvyšší týdenní odvolávky zákazníků se objevují v týdnech 26, 28 a 29 kdy se pohybují v rozmezí mezi 14 000 až lehce nad 15 000 kusů týdně (Graf 3). To by bylo problematické pokrýt při současném stavu linky i během dvousměnného provozu (1 směna je 12 hodin) po dobu 7 dní v týdnu. Tento provoz je značně nevyhovující a neposkytuje rezervu v podobě dalšího přesčasu v případě nečekané události a prostoje linky.



Graf 2 – Vývoj odvolávek v roce 2018



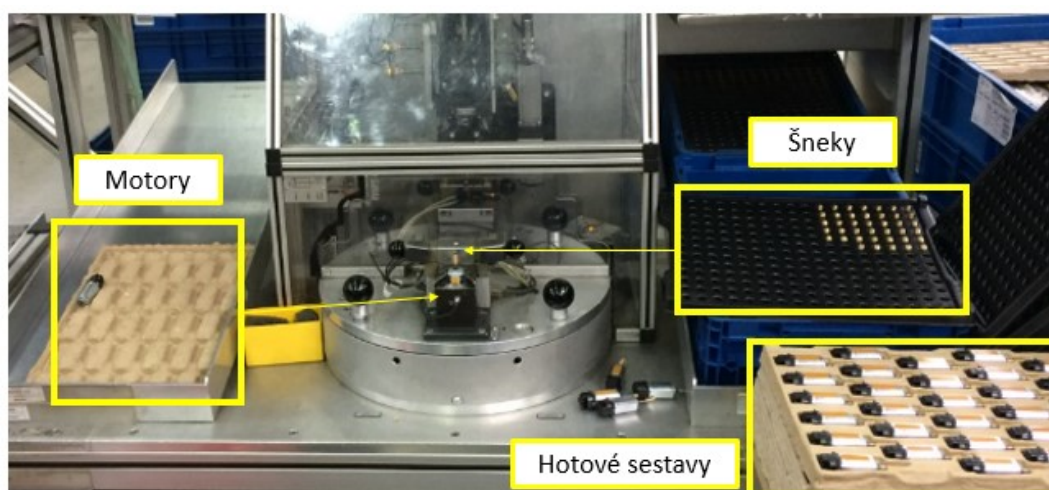
Graf 3 – Týdenní vyjádření predikce potřeb zákazníka



## 2.6 Popis jednotlivých operací na pracovištích

Tabulka 1 – AP0

AP0 montáž sestavy motor a šnek			
Vstupní materiál:		Motor, šnek	
Metoda rozboru pracovní operace:		Procesní čas získaný z PLC je v tomto případě rozhodující, manuální činnost měřena metodou MTM-SD je časové kratší.	
Popis operace:		Výrobní linka se skládá s otočného stolu a dvěma přípravky (A a B) k usazení motoru. Během lisování operátor může pracovat na jednom z přípravku, na druhém probíhá úsek lisování. Tato stanice nejede v taktu celkové linky a je zcela nezávislou předvýrobou.	
Úseky	Úkon		
1		<b>Založení dílů do přípravku</b>	MTM-SD
	1	Operátor odebere motor z blistru a vloží do přípravku (A).	
	2	Operátor odebere šnek z blistru a nasadí na hřídel motoru.	
	3	Ručně zajistí fixaci šneku na hřídeli, čímž odblokuje otočný stůl.	
	4	Ručně otočí otočný stůl s přípravkem A pod lisovací hlavu. Dojde k automatickému zajištění pozice přípravku A vůči lisovací hlavě. K operátorovi se takto dostal přípravek B.	
2		<b>Automatické lisování</b>	procesní čas
3		<b>Odebrání hotového dílu a zabalení</b>	MTM-SD
	1	Fixace šneku na přípravku B se automaticky otevře, v případě že úsek lisování proběhl v pořádku (hlídanými parametry jsou lisovací síla a pozice zalisování šneku).	
	2	Operátor odebere hotový kus a vloží jej do blistru.	

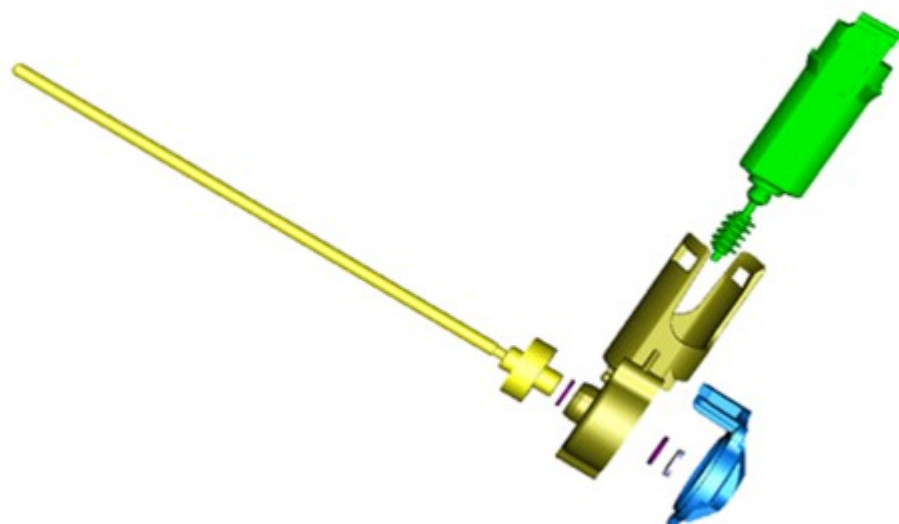


Obrázek 9 – Detail montážního stanoviště AP0

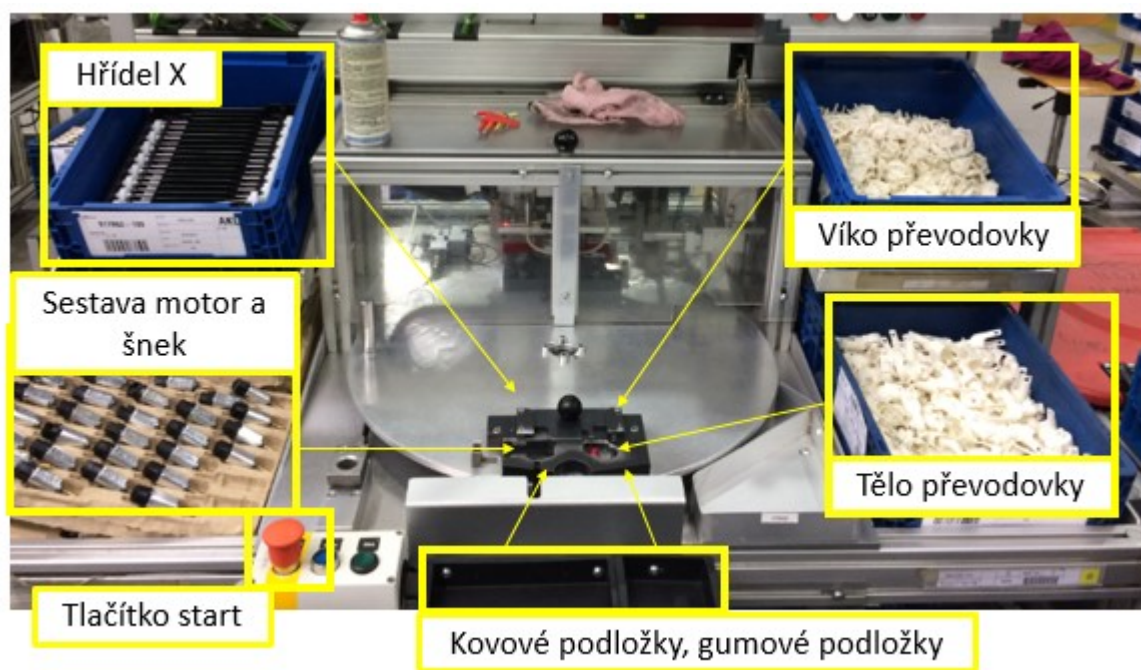


Tabulka 2 – API X

API X			
Vstupní materiál:	Sestava motor a šnek, hřídel (X) s nalisovaným ozubeným kolem, tělo převodovky, víko převodovky, 2x kovová podložka, plastová podložka		
Metoda rozboru pracovní operace:	MTM-SD		
Popis operace:	Výrobní linka je otočným stolem se dvěma přípravky (A a B), každý se skládá ze dvou částí, jedna pro podsestavu těla převodovky, druhá pro podsestavu víčka převodovky. Operátor vykonává manuální činnost, zatímco dochází k automatickému mazání a kontrole sestavy v druhém přípravku. Čas manuální operace je delší než procesní čas úseků automatické kontroly a mazání.		
Úseky	Úkon		
1		<b>Namazání dílů a vložení do přípravku na otočném stole</b>	MTM-SD
	1	Operátor odebere hřídel (X) s nalisovaným ozubeným kolem z blistru a vloží ji do mazacího přípravku. Mazání proběhne automaticky.	
	2	Operátor odebere sestavu motor s nalisovaným šnekem z blistru a vloží jej do mazacího přípravku. Namazání šneku probíhá automaticky.	
	3	Operátor v ruce smontuje motor s namazaným šnekem a tělo převodovky (zasunutím motoru). Tuto podsestavu vloží do přípravku na otočném stole.	
	4	Do této podsestavu vloží kovovou podložku.	
	5	Do druhé části přípravku vloží v daném pořadí, víko převodovky, gumovou podložku a kovovou podložku.	
	6	Stisknutím tlačítka odjistí otočný stůl a osazený přípravek přemístí do prostoru kontroly a mazání.	
2		<b>Kontrola úplnosti sestavy a automatické namazání sestavy</b>	procesní čas
	1	Zde dochází k odměření výšek sestav, kde se kontroluje zda jsou vloženy všechny podložky dle kusovníku.	
	2	Dojde k automatickému domazání prostoru těla převodovky a víka převodovky.	
3		<b>Odebrání hotového dílu</b>	MTM-SD
	1	Do druhého přípravku, který se vytočil z prostoru automatické kontroly a mazání vloží operátor hřídel X s nalisovaným ozubeným kolem (odebere ji s mazacího přípravku).	
	2	Operátor uzavře tělo převodovky víkem převodovky.	
	3	Hotovou sestavu odloží do odkládacího prostoru pracoviště AP2X.	



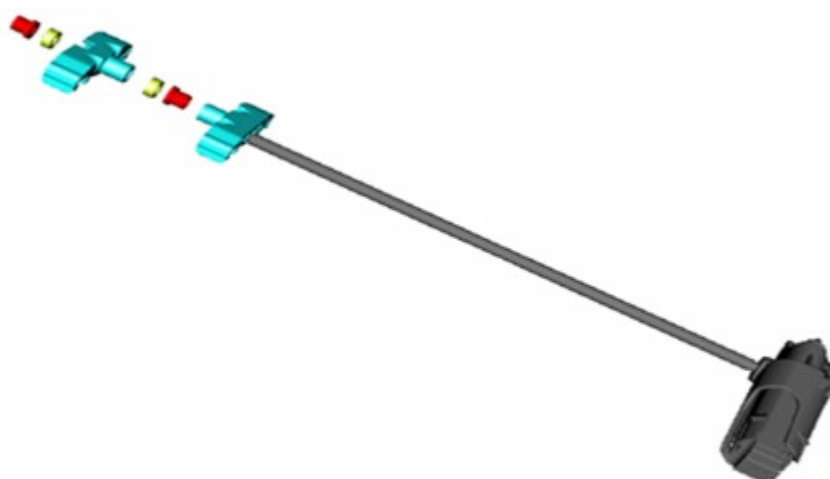
*Obrázek 10 – Sestava montována na pracovišti API X*



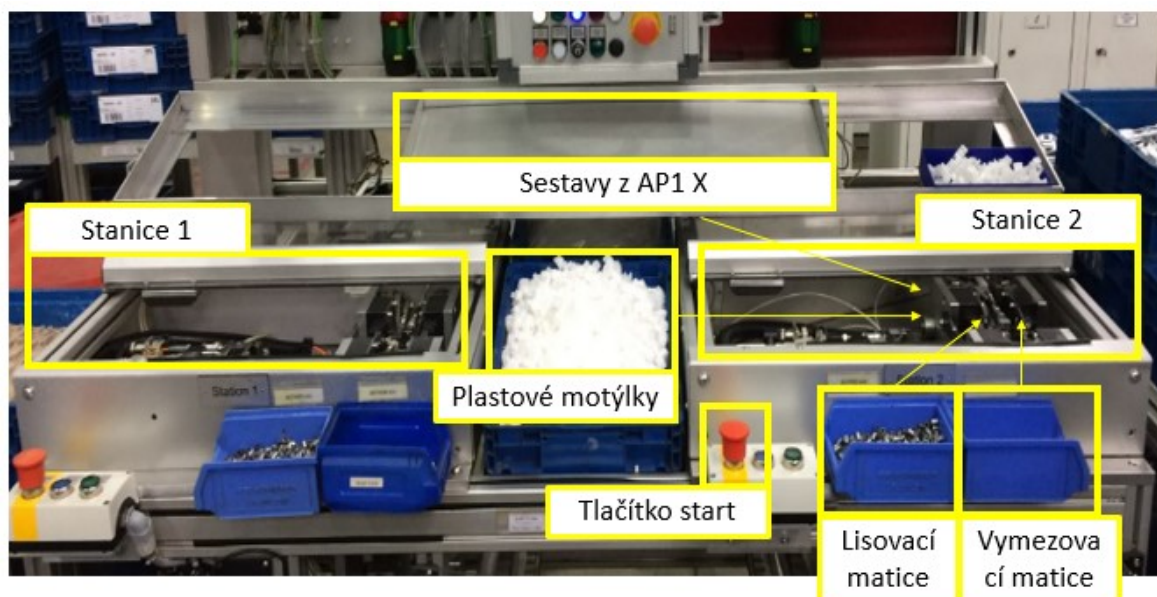
*Obrázek 11 – Detail montážního stanoviště API X*

Tabulka 3 – AP2 X

AP2 X			
Vstupní materiál:		Sestava z AP1 X, 2x plastový motýlek, 2x lisovací matice, 2x vymezovací podložka.	
Metoda rozboru pracovní operace:		MTM-SD	
Popis operace:		Výrobní linka se skládá se dvou identických stanic, je zde tedy zdvojený výstup. Dochází zde k roztočení podsestavy s motorem a automatickému navlékání součástí na osu se šroubovicí.	
Úseky	Úkon		
1		<b>Založení všech dílů do přípravku.</b>	MTM-SD
	1	Odebrání a založení sestavy z AP1 X.	
	2	Odebrání a založení dvou plastových motýlků.	
	3	Odebrání a založení dvou vymezovacích matic.	
	4	Odebrání a založení dvou lisovacích matic.	
	5	Potvrzení ukončení úseku stisknutím tlačítka.	
2		<b>Automatický proces navlékání dílu na hřídel a zalisování matic.</b>	procesní čas
	1	Roztočená hřídel projede všemi založenými součástkami.	
	2	Poté dojde k zalisování matic.	
	3	Nastavení montážní pozice pro další výrobní operaci.	
3		<b>Odebrání sestavy a přemístění do odkládacího prostoru.</b>	MTM-SD
	1	Odebrání sestavy a přemístění do odkládacího prostoru.	



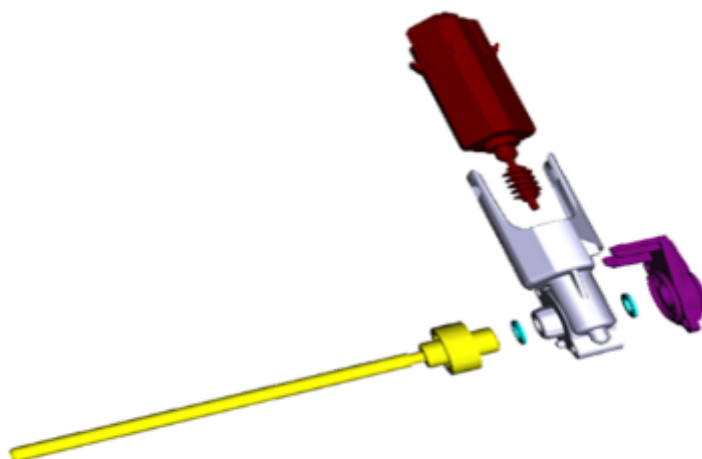
Obrázek 12 – Sestava montovaná na pracovišti AP2 X



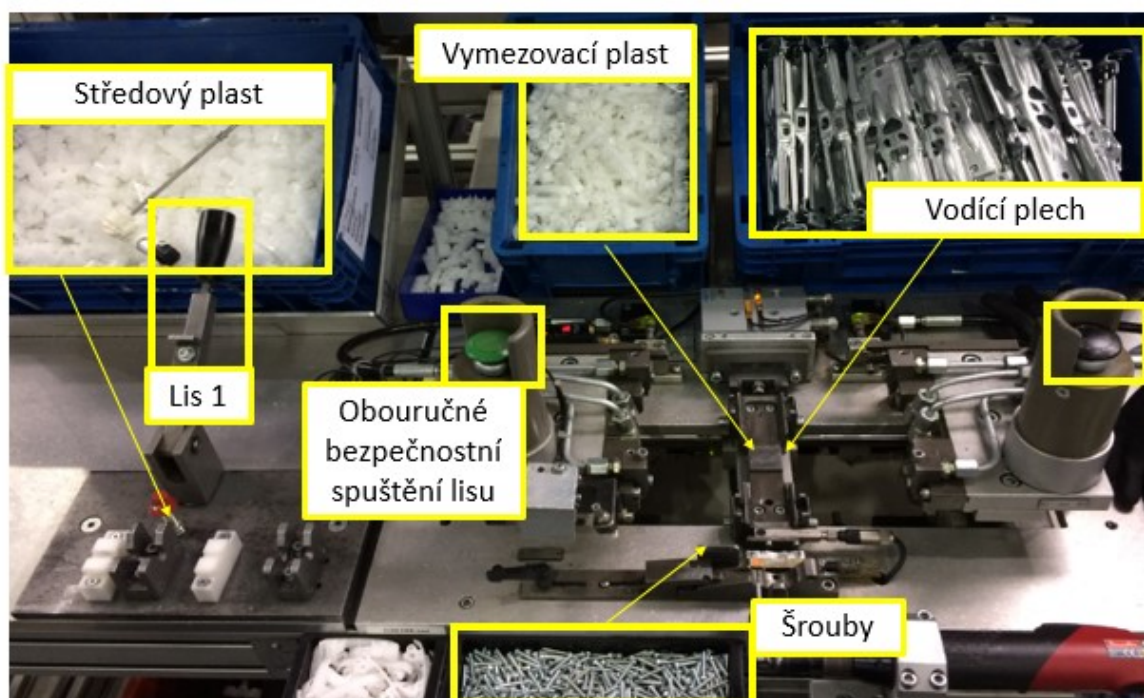
Obrázek 13 – Detail montážního stanoviště AP2 X

Tabulka 4 – AP3 X

AP3 X			
Vstupní materiál:		Sestava z AP2 X, 2x šroub, vodící plech osy X, středový plast, vymezovací plast	
Metoda rozboru pracovní operace:		MTM-SD	
Popis operace:		Výrobní linka je pracovním stolem s přípravky a integrovaným šroubovákem.	
Úseky	Úkon		
1		<b>Zacvaknutí středového plastu.</b>	MTM-SD
	1	Vložení sestavy z AP2X do přípravku.	
	2	Založení středového plastu na pozici.	
	3	Zalisování středového plastu ručním lisem (pákou).	
2		<b>Osazení plechu osy X sestavou z AP2 X.</b>	MTM-SD
	1	Odebrání a vložení vodícího plechu do přípravku.	
	2	Položení sestavy z AP2 X na založený plech.	
	3	Automatické zalisování (je nutno po celou operaci držet každou rukou jedno madlo s tlačítkem lisování).	
3		<b>Zašroubování víčka převodovky.</b>	MTM-SD
	1	Osazení šroubů do děr.	
	2	Zašroubování dvou šroubů.	
	3	Nasunutí vymezovacího plastu a odložení hotové sestavy do KLT.	



Obrázek 14 – Sestava montována na AP3 X

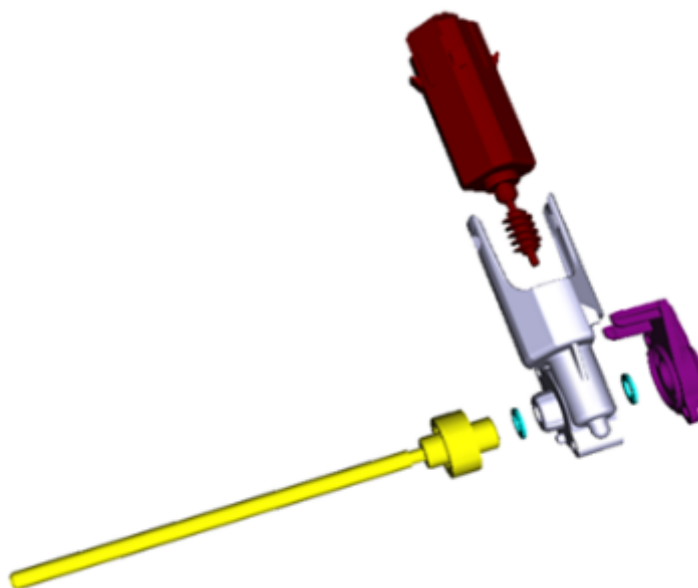


Obrázek 15 – Detail montážní stanice AP3 X

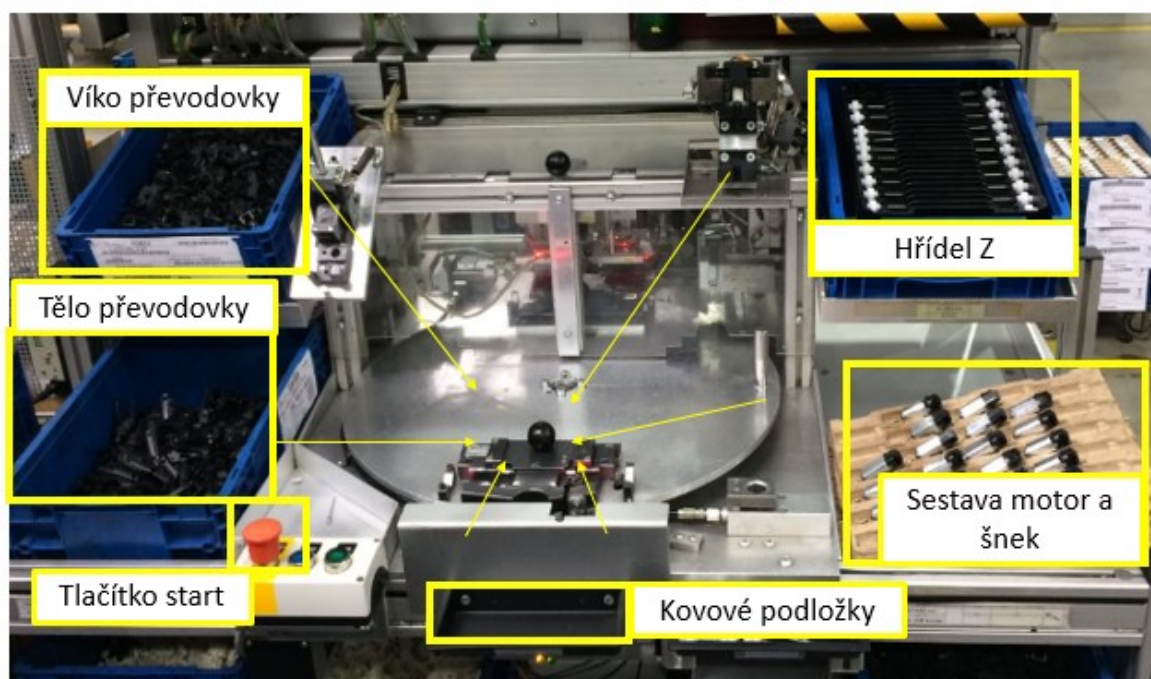


Tabulka 5 – AP1 Z

AP1 Z			
Vstupní materiál:		Sestava motor a šnek, hřídel (Z) s nalisovaným ozubeným kolem, tělo převodovky, víko převodovky, 2x kovová podložka.	
Metoda rozboru pracovní operace:		MTM-SD	
Popis operace:		Tato operace je velmi podobné stanici AP1 X. Výrobní linka je opět otočným stolem se dvěma přípravky (A a B), každý se skládá ze dvou částí, jedna pro podsestavu těla převodovky, druhá pro podsestavu víčka převodovky. Operátor vykonává manuální činnost, zatímco dochází k automatickému mazání a kontrole sestavy v druhém přípravku. Čas manuální operace je delší než procesní čas úseků automatické kontroly a mazání.	
Úseky	Úkon		
1		<b>Namazání dílů a vložení do přípravku na otočném stole</b>	MTM-SD
	1	Operátor odebere hřídel (Z) s nalisovaným ozubeným kolem z blistru a vloží ji do mazacího přípravku. Mazání proběhne automaticky.	
	2	Operátor odebere sestavu motor s nalisovaným šnekem z blistru a vloží jej do mazacího přípravku. Namazání šneku probíhá automaticky.	
	3	Operátor v ruce smontuje motor s namazaným šnekem a tělo převodovky (zasunutím motoru). Tuto podsestavu vloží do přípravku na otočném stole.	
	4	Do této podsestavu vloží kovovou podložku.	
	5	Do druhé části přípravku vloží v daném pořadí, víko převodovky, kovovou podložku.	
	6	Stisknutím tlačítka odjistí otočný stůl a osazený přípravek přemístí do prostoru kontroly a mazání.	
2		<b>Kontrola úplnosti sestavy a automatické namazání sestavy</b>	procesní čas
	1	Zde dochází k odměření výšek sestav, kde se kontroluje zda jsou vloženy všechny podložky dle kusovníku.	
	2	Dále dojde k automatickému domazání prostoru těla převodovky a víka převodovky.	
3		<b>Odebrání hotového dílu</b>	MTM-SD
	1	Do druhého přípravku, který se vytočil z prostoru automatické kontroly a mazání vloží operátor hřídel Z s nalisovaným ozubeným kolem (odebere ji s mazacího přípravku).	
	2	Dále operátor uzavře tělo převodovky víkem převodovky.	
	3	Hotovou sestavu odloží do odkládacího prostoru pracoviště AP2Z.	



Obrázek 16 – Sestava montovaná na API Z



Obrázek 17 – Detail pracoviště API Z

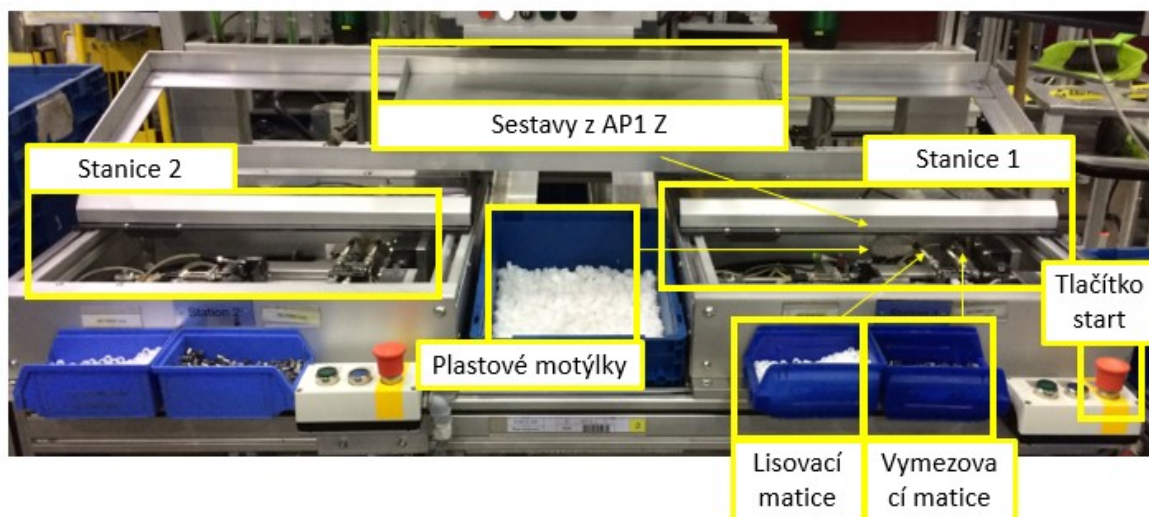
Tabulka 6 – AP2 Z

AP2 Z			
Vstupní materiál:		Sestava z AP1 Z, vodící plast, lisovací matice, vymezovací podložka	
Metoda rozboru pracovní operace:		MTM-SD	
Popis operace:		Výrobní linka je velice podobná lince AP2 X, také se skládá ze dvou identických stanic, je zde tedy také zdvojený výstup. Dochází zde k roztočení podsestavy s motorem a automatickému navlékání součástí na osu se šroubovicí.	
Úseky	Úkon		
1		<b>Založení všech dílů do přípravku</b>	MTM-SD
	1	Odebrání a založení sestavy z AP1 Z.	
	2	Odebrání a založení vodícího plastu.	
	3	Odebrání a založení vymezovací matice.	
	4	Odebrání a založení lisovací matice.	
	5	Potvrzení ukončení úseku stisknutím tlačítka.	
2		<b>Automatický proces navlékání dílu na hřídel a zalisování matic</b>	procesní čas
	1	Roztočená hřídel projede všemi založenými součástkami.	
	2	Poté dojde k zalisování matice.	
	3	Nastavení montážní pozice pro další výrobní operaci.	
3		<b>Odebrání sestavy a přemístění do odkládacího prostoru.</b>	MTM-SD
	1	Odebrání sestavy a přemístění do odkládacího prostoru.	



Obrázek 18 – Sestava montovaná na AP2 Z

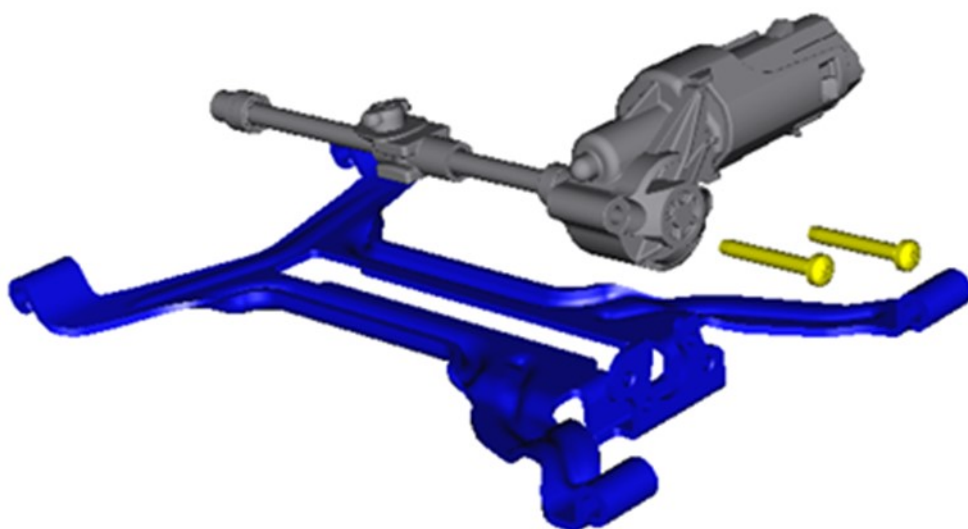




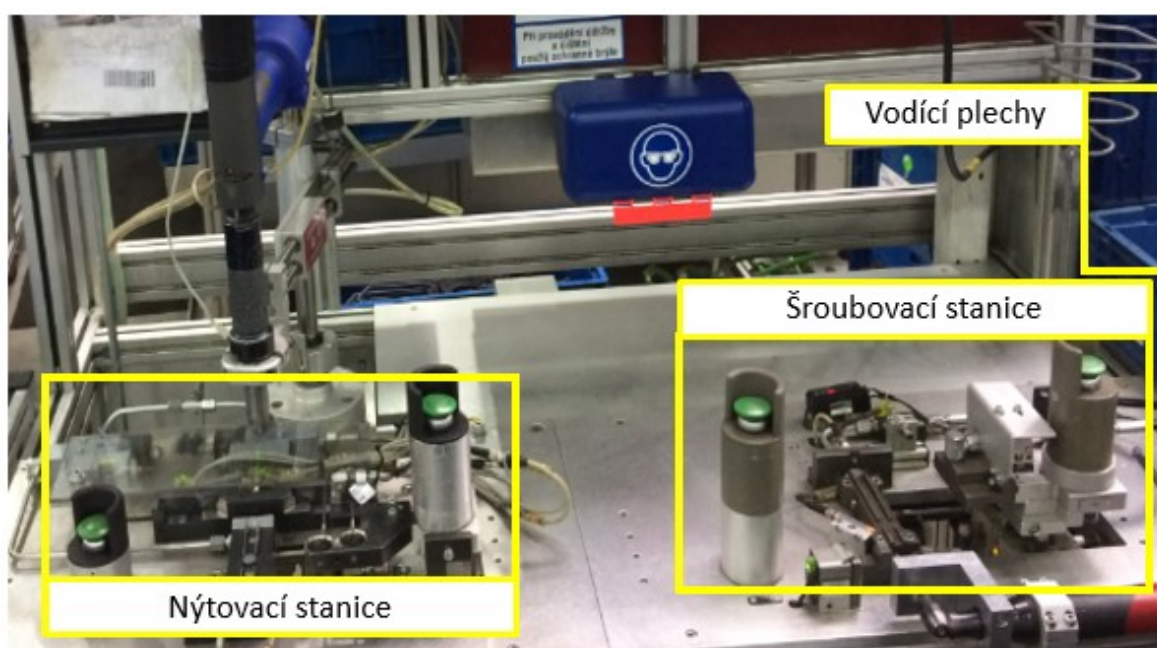
Obrázek 19 – Detail pracoviště AP2 Z

Tabulka 7 – AP3 Z

AP3 Z			
Vstupní materiál:		Sestava z AP2 Z, 2x šroub, vodící plech osy Z	
Metoda rozboru pracovní operace:		MTM-SD	
Popis operace:		Výrobní linka je pracovním stolem s přípravky. Je zde integrovaný šroubovák a nýťovací pistole. Podle vyráběné varianty se buďto šroubuje, nebo nýtuje.	
Úseky	Úkon		
1		<b>Sestavení vodícího plechu osy Z se sestavou z AP2 Z</b>	MTM-SD
	1	Zasunutí sestavy z AP2 Z do vodícího plechu osy Z.	
	2	Vložení do přípravku.	
	3	Automatické zalisování (operátor stiskne každou rukou jeden knoflík).	
2		<b>Zašroubování víka převodovky</b>	MTM-SD
	1	Uchopení šroubováku a nasazení prvního šroubu.	
	2	Šroubování s hlídáním momentem a počtem otáček.	
	3	Nasazení druhého šroubu.	
	4	Šroubování s hlídáním momentem a počtem otáček.	
	5	Odložení hotové sestavy na určené místo.	



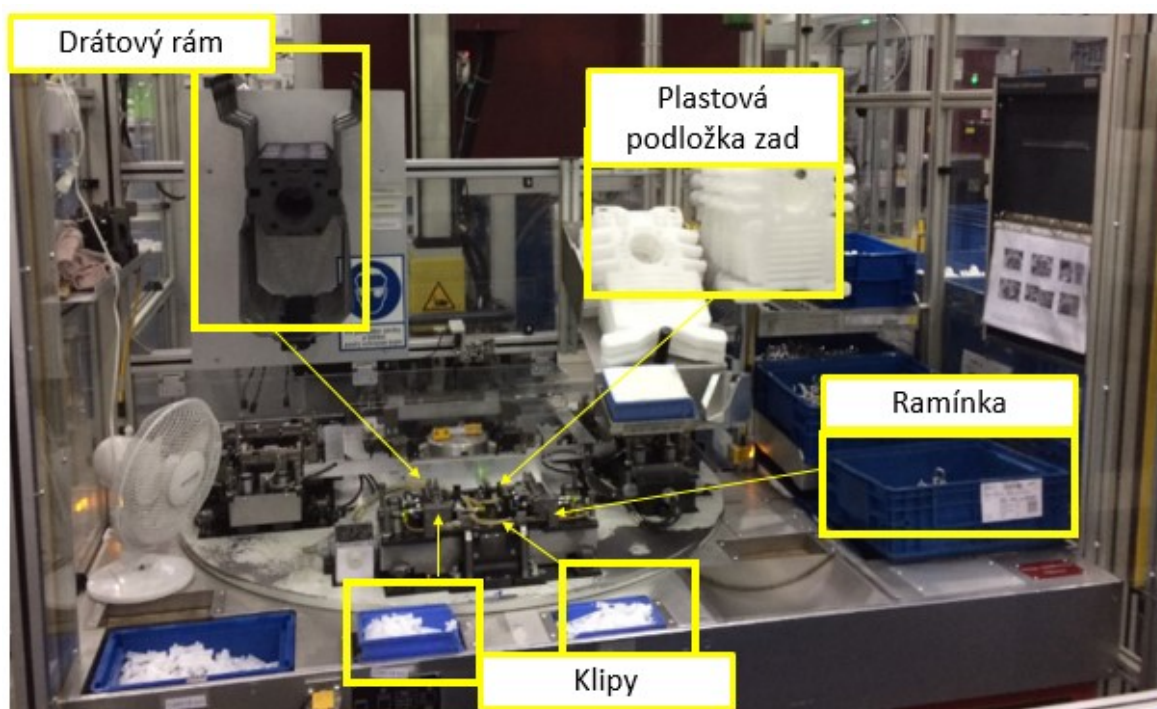
Obrázek 20 – Sestava montovaná na pracovišti AP3 Z



Obrázek 21 – Detail pracoviště AP3 Z

Tabulka 80 – AP6

AP6			
Vstupní materiál:		Sestava z AP3 X (osa X), sestava z AP3 Z (osa Z), drátový rám, plastová podložka zad, 2x ramínka, 2x klipy	
Metoda rozboru pracovní operace:		MTM-SD	
Popis operace:		Pracoviště je otočný stůl se dvěma přípravky. Dochází zde k smontování os Z a X, nalisování na drátový rám, osazení ramínky a mazání kluzných ploch.	
Úseky	Úkon		
1		<b>Naskládání dílů do přípravku.</b>	MTM-SD
	1	Vložení drátového rámu do přípravku. Ten se na základě detekce rámu indukčními sensory uzavře v přípravku.	
	2	Vložení dvou klipů na drátový rám.	
	3	Sesunutí osy X a Z a vložení do přípravku (zajistit na klipy v rámu).	
	4	Stlačení tlačítka start a aktivace otočného stolu (hlídáno světelnou závorou).	
2		<b>Automatické zalisování sestavených os Z a X do drátového rámu.</b>	procesní čas
	1	Otočný stůl se automaticky otočí a usadí přípravek s vloženými díly pod lisovací hlavu.	
	2	Dojde k automatickému zalisování ve 4 bodech.	
3		<b>Sestavení a namazání sestavy.</b>	MTM-SD
	1	Otočením stolu se k operátorovi dostane již nalisovaná sestava. Operátor ji osadí dvěma ramínky.	
	2	Operátor štětcem namaže obě ramínka a podložku zad, kterou odebere z pozice s materiálem.	
	3	Podložku zad nasadí na hotovou sestavu a zafixuje.	
	4	Operátor vyjme hotový bederní polohovač a předá na odkládací stanoviště pro EOLT (stojan).	



Obrázek 22 – Detail pracoviště AP6

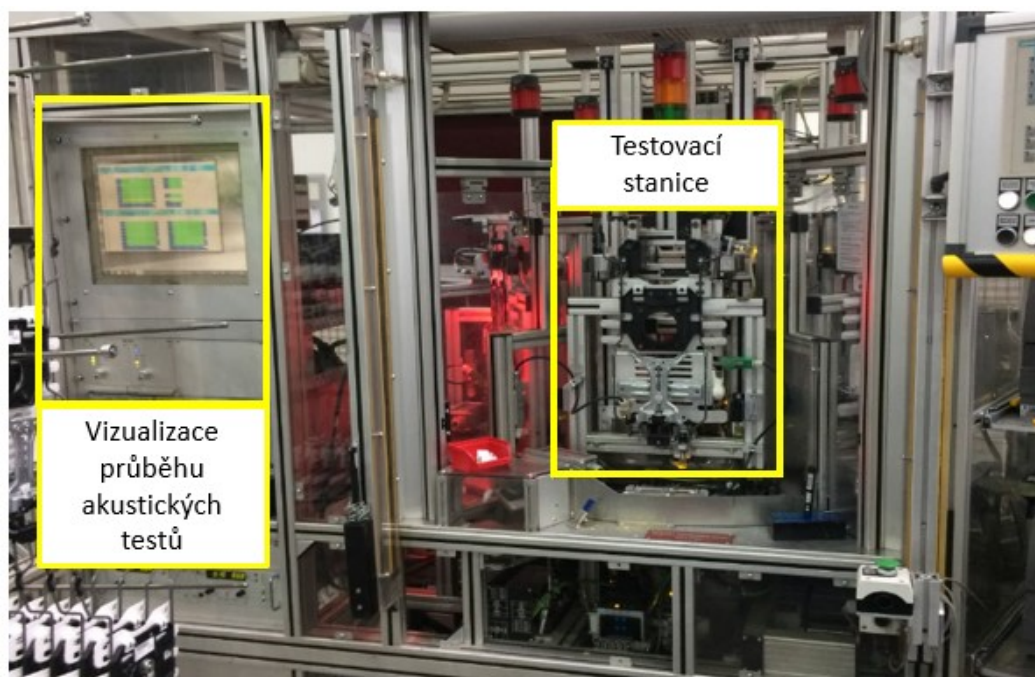


Obrázek 23 – Detail pracoviště AP6, pohled za operátora



Tabulka 9 – EOLT

EOLT			
Vstupní materiál:		finální sestava bederní polohovač zad	
Metoda rozboru pracovní operace:		Závisí na procesním čase stroje	
Popis operace:		Testovací stanoviště je automatický otočný stůl.	
Úseky	Úkon		
1		<b>Založení sestavy do EOLT.</b>	MTM-SD
	1	Operátor založí finální sestavu do přípravku v EOLT.	
	2	Nekontaktuje oba motory (jeden pro osu X a jeden pro osu Z).	
	3	Potvrdí stisknutím tlačítka (prostor střežen světelnou závorou).	
2		<b>Automatická kontrola akustických vlastností a nastavení montážní pozice dle požadavků zákazníka.</b>	procesní čas
	1	Rozhýbání osy X.	
	2	Rozhýbání osy Z.	
	3	Akustický test a rychlost osy X.	
	4	Akustický test a rychlost osy Z.	
	5	Nastavení montážní pozice.	
3		<b>Zabalení finálního výrobku.</b>	MTM-SD
	1	Odpojení nakontaktovaných motorů.	
	2	Sejmutí bederního polohovače.	
	3	Vložení do balení dle balícího předpisu.	



Obrázek 24 – Detail pracoviště EOLT

## AP 4

Operace na pracovišti AP4 je shodná s operací na AP6 s tím rozdílem, že AP4 je výlučně určena pro varianty W2Memory a W2 Kontakt, které se liší konstrukcí drátového rámu od ostatních variant. AP6 se používá pro zbývající varianty.

## AP 7

AP7 je předvýrobou pro pracovní stanici AP4. Provádí se zde osazení drátového rámu plechem pro pozdější přinýtování k opěrce. Nejede v taktu linky, stejně jako AP 0.

## 2.7 Aktuální výrobní časy a rozdělení pracovníků

Výrobní časy jednotlivých výrobních operací vidíme v tabulce číslo 10.

Tabulka 10 – Výrobní časy jednotlivých operací

	AP1 X [s]	AP2 X jedna pracovní stanice [s]	AP3 X [s]	AP1 Z [s]	AP2 Z jedna pracovní stanice [s]	AP3 Z [s]	AP6 [s]	EOLT [s]
MTM	25,9	18,1	31,08	24,9	14	20,1	41,2	N/A
Procesní čas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,4	N/A	28,1
Setter logistika	0,5	0	1,2	0,5	0	1,2	2,6	0
Celkový čas $t_e$	26,4	18,1	<b>32,3</b>	25,4	14	23,7	<b>43,8</b>	28,1
	Operátor 1			Operátor 3			Op. 5	Op. 6
	Operátor 2			Operátor 4				

Jednotlivé **časy** jsou udávány v **sekundách**. Procesní časy (automatizované úseky prováděny strojem) jsou u většiny operací nerelevantní, protože jsou překryty jinou činností operátora (člověk v mezičase provádí jiný úsek). Jediný relevantní procesní čas je výstup EOLT (celý tester je automatizovaný, operátor jenom nasazuje a odebírá polohovače). Časy jsou získány metodou MTM-SD a udávají výkon operátora při 100%. Standardně metoda udává rezervu výkonu minimálně na 130% při plně zautomatizované činnosti operátora a vysokých zkušenostech.

Výrobní linka je současně osazena sedmi operátory:

Celkový čas operátora 1, 2, 3 a 4:

$$t_e = t_{eAP1} + \frac{t_{eAP2}}{2} + t_{ekroky} \quad (2)$$

Např.:

$$t_{e \text{ Operátor } 1} = 26,4 + \frac{18,1}{2} + 3,6 = 39,5 \text{ s}$$

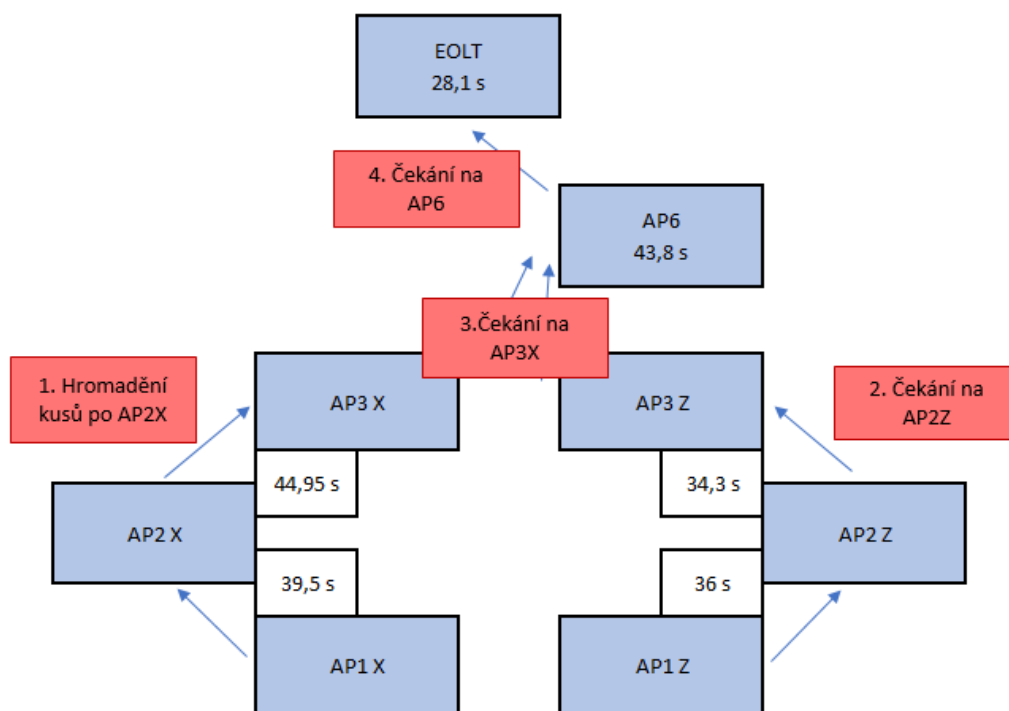
Další výpočty, viz tabulka 11, jsou provedeny stejným způsobem.

Mezi stanicemi udělá v průměru operátor 3 kroky v jednom směru, tedy dohromady 6 kroků na jeden vyrobený kus. 1 krok představuje dle MTM cca 0,6 s.

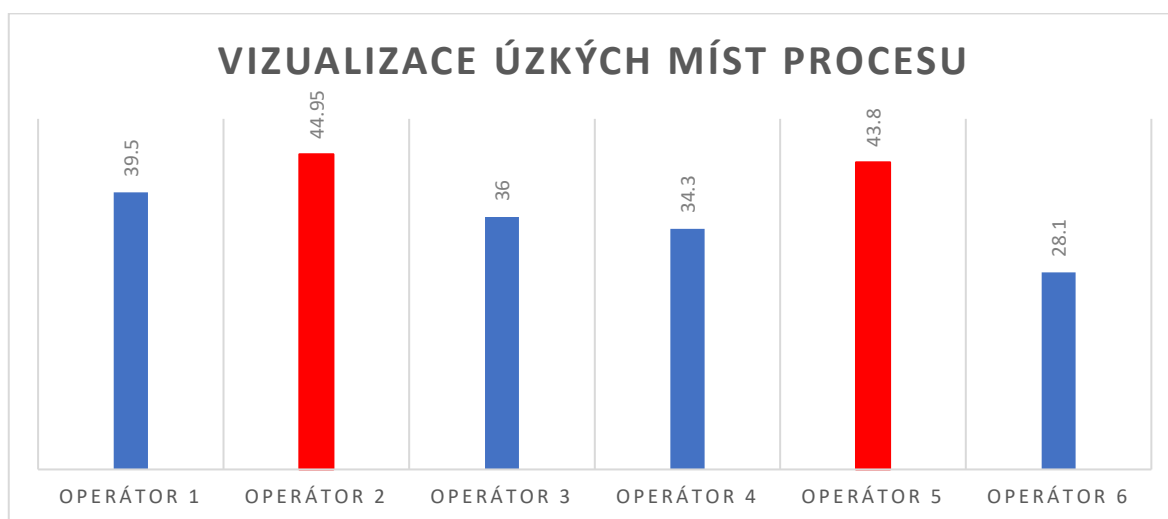
*Tabulka 11 Rozdělení operátorů a jejich výkony*

	Prováděné operace	MTM $t_e$ [s]	100% [ks]	130% [ks]
Operátor 1	AP1 X a ½ AP2 X	39,5	683	888
Operátor 2	AP3 X a ½ AP2 X	44,95	600	780
Operátor 3	AP1 Z a ½ AP2 Z	36	750	975
Operátor 4	AP3 Z a ½ AP2 Z	34,3	787	1023
Operátor 5	AP6 (nebo AP4)	43,8	616	800,8
Operátor 6	EOLT	28,1	960	960
Operátor 7	Dorovnáva výkon na výstup EOLT			

Operátor 7 se pohybuje mezi všemi stanicemi a vypomáhá stahovat rozdíly mezi úzkými místy výroby APX a APZ. (Obrázek 8, layout současného stavu) Nemá přímo určenou činnost. Tento operátor je schopen vyhnat celkový výstup výrobní linky na výstup EOLT, tedy logicky dle možností pomáhá převážně stanicím osy X a stanici AP6.



Obrázek 25 – Úzká místa výrobního procesu



Graf 4 – Vizualizace úzkých míst v procesu

Tento výkon je ovšem zkreslený předpokladem 100% OEE. To se v současné době pohybuje okolo 60% z důvodu častých nečekaných prostojů z důvodu poruch.

**Velkým pochybením je, že na lince neexistuje propracovaný plán údržby a případné plánované odstávky pro kontrolu a údržbu.** Většina technických problémů je řešena za běhu a jeho vznik je tedy pokaždé nečekaný. Řešení těchto problémů se protahuje a může být katastrofální v případě klíčové komponenty, která není v danou chvíli k dispozici ve skladu údržby.



Tabulka 12 – OEE po AP6

OEE po AP6	
Dostupnost	72,7%
Výkon	83,7%
Kvalita	100%
OEE	60,8%



Obrázek 26 – OEE AP6 získané z analyzačního programu PLC

V tabulce 12 je OEE měřené po výstupu z konečné montáže. Data jsou získávána přímo z PLC montážní stanice a jsou závislá na nastavené normě (MTM) a doby po kterou ze stanice vycházejí jednotlivé finální sestavy. Průměrný výstup je vidět v tabulce číslo 14.

Tabulka 13 – OEE po EOLT

OEE po EOLT	
Dostupnost	81,6%
Výkon	96,1%
Kvalita	87,2%
OEE	68,3%



Obrázek 27 – OEE EOLT získané z analyzačního programu PLC

V tabulce číslo 13 je OEE testovací stanice EOLT. Zde je omezení procesním časem stroje a tedy i výkon 96,1% odpovídá maximálnímu výkonu stroje s ohledem na čekání na stanici AP6 a nemůže nikdy dosáhnout podobných výkonů jako při manuální činnosti měřené metodou MTM, tedy větších než 100 % (viz tabulka 2).

Tato nerovnoměrnost je způsobena vysokým výpadkem na akustické testování. Tyto výrobky jsou během doby čekání na AP6 znovu testovány (tzv. retest). V průměru jde cca o 70 kusů za směnu. Některé jsou retestovány i vícekrát než jednou. V době analýzy aktuálního stavu linky mi nebyly příčiny této nekvality jasné.

Výstup z EOLT je také zobrazen v tabulce 14.

Výstup při 6MA (6 pracovníků v lince) je omezen stanicí AP6, tedy pátým operátorem. Při sedmi operátorech, jsou schopni dosáhnout stejné rychlosti jako na stanici EOLT. Celý výstup je ovšem násoben koeficientem celkového OEE, který jej značně snižuje.

Tabulka 14 – Výstupy před optimalizací

	100% [s]	kusy	130% [s]	kusy	Týdenní výstup 15 směn OEE 60% [ks]	Týdenní výstup 18 směn OEE 60% [ks]	
Operátor 1	39,5	684	30,38	889			
Operátor 2	44,95	601	34,58	781			
Operátor 3	36	750	27,69	975			
Operátor 4	34,3	787	26,38	1023			
Operátor 5	43,8	616	33,69	801	8054	9665	výstup při 6MA
Operátor 6 (Nicht)	28,1	961	28,10	961	9916	11899	výstup při 7MA
Operátor 7	-						

Přestavení linky z jedné varianty výrobku na druhou zabírá v průměru cca 5 minut. Je automaticky zahrnut do dostupnosti linky, kdy PLC indikuje, že stanice není v automatickém režimu.

### 3 Konkretizace problémů a návrhy jejich řešení

Z provedené analýzy vyplývají oblasti, ve kterých byly nalezeny problémy, a byla nastavena nápravná opatření. Blíže budou problémy v jednotlivých oblastech vysvětleny v následujících kapitolách.

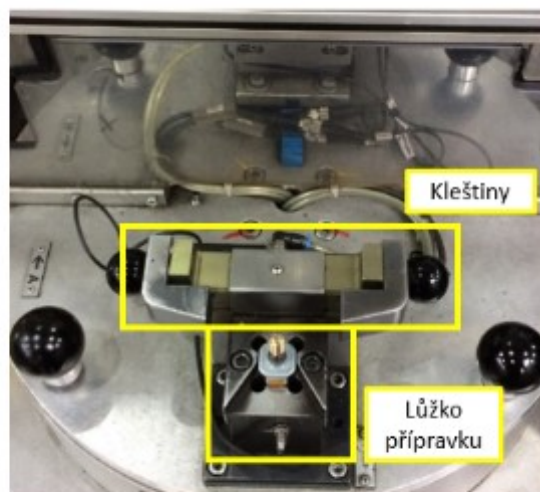
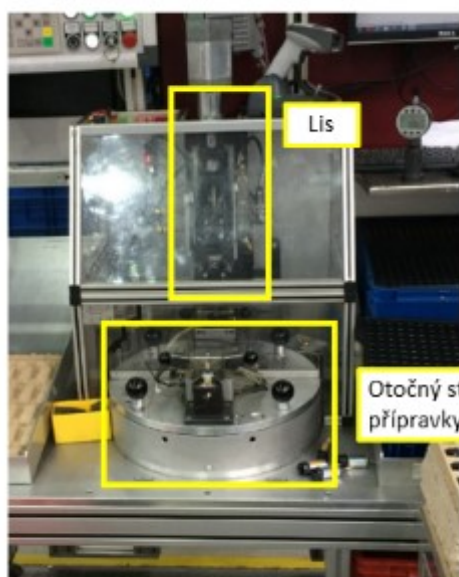
#### 3.1 Technické úpravy na výrobní lince

**Výkon operátorů je umožněn až na 130% výsledného času získaného z MTM analýzy. Jedná se o motivační výkon, který umožňuje norma MTM v případě opravdu výkonného operátora. Nicméně, výkon je dané lince viditelně velice problematický a nízký. Operátoři jsou motivováni podávat vysoký výkon, ale ten je degradován špatným stavem výrobních zařízení kdy přípravy neodpovídají stavu který, předpokládá MTM analýza, tedy volné vkládání dílů. Dalším nešvarem je prodlužování procesních časů způsobené značným opotřebením jednotlivých komponent strojů.**

Zavedení pravidelné odstávky se záměrem údržby kompletní linky 1x týdně 4 – 5 hodin. Analýzou jednotlivých stanice bylo zjištěno značné opotřebením jednotlivých komponent, což způsobovalo nestabilitu procesu. Výkony operátorů jsou dlouhodobě sníženy neustálým zpomalováním procesu, krátkodobými chybami, které musí potvrzovat tlačítkem (pohyby navíc které nejsou zohledněny v MTM) na HMI což způsobuje opakování procesních časů (tyto také nejsou zohledněny v MTM).

Tabulka 15 – Technické úpravy na AP0

AP0		
Část stroje	Problém	Odstranění problému
Lis	Nezpůsobilý proces výšky zalisování šneku na motor.	Značné vůle v šroubovici lisu způsobovaly nestabilitu výšek zalisování šneků na motor.
Přípravky	Zvýšené akustické výpadky v EOLT. Po analýze zjištěny poškozené šneky motorů.	Odstranění kleštín, které způsobovaly poškození šneku během lisování. Seřízení lůžek tak, aby plně stabilizovaly motor během procesu lisování.
Mechanismus otočného stolu	Vůle v konečné pozici (zajištění) otočného stolu. Toto způsobuje nesouosost motoru vůči lisovací hlavě.	Výměna opotřeбенých součástí.
Program	Při rychlém otočení stolu, se stůl odrazil od koncového dorazu a pneumatický válec jej nestačil zablokovat v dané pozici, tj. značná nesouosost lisovací hlavy a motoru.	Přidání dvojité kontroly konečné pozice otočného stolu. V prvním kroku je očekáván signál pozice stolu v konečné pozici, v druhém kroku signál setrvání v dané pozici. Poté teprve dochází ke spuštění lisu.
Sběr výrobních dat	Chybějící sběr výrobních dat.	Zakoupení serverového prostoru a elektronický sběr výrobních dat (analogové výstupy senzorů dráhy lisování a lisovací síly).



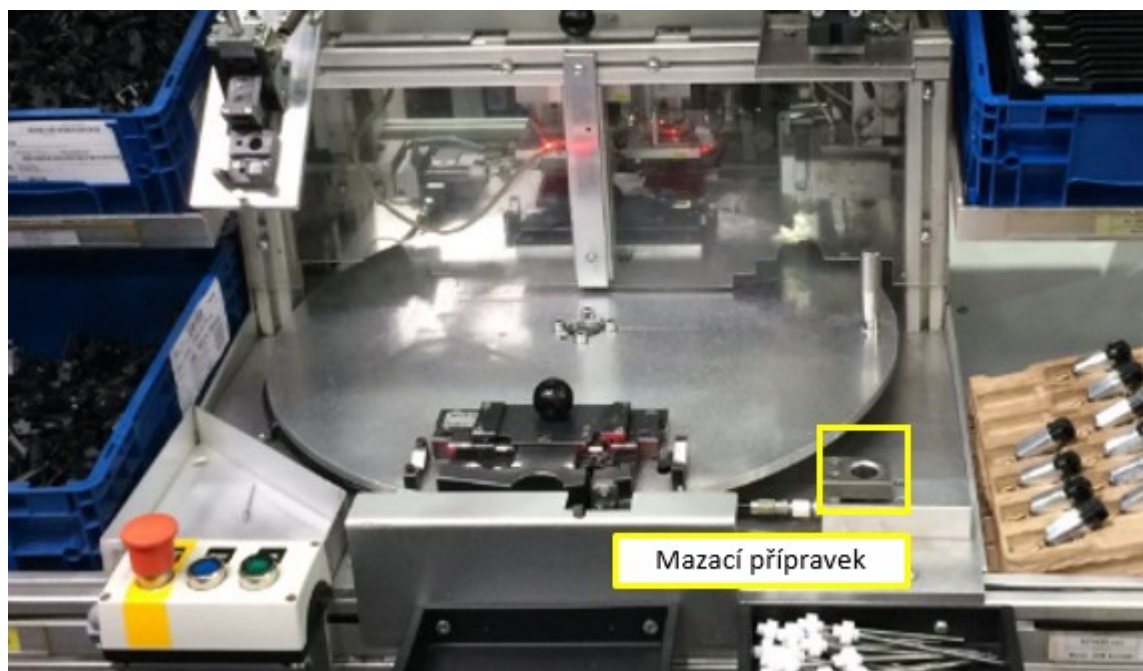
Obrázek 28 – Technické detaily pracoviště AP0

Tabulka 16 – Technické úpravy na API X a API Z

API X a API Z		
Část stroje	Problém	Odstranění problému
Mazací přípravek	Zvýšené akustické výpadky v EOLT. Po analýze zjištěny poškozené šneky motorů.	Stávající kovový přípravek nahrazen plastovým.



Obrázek 29 – Technické detaily pracoviště API X

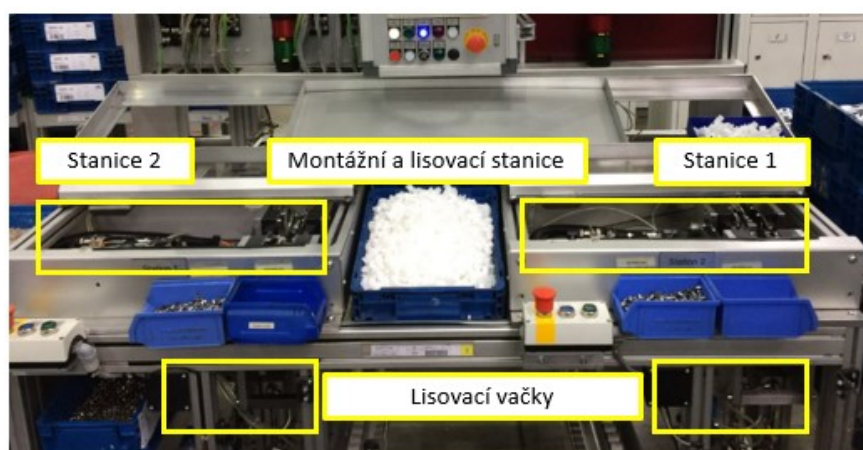


Obrázek 30 – Technické detaily pracoviště API Z

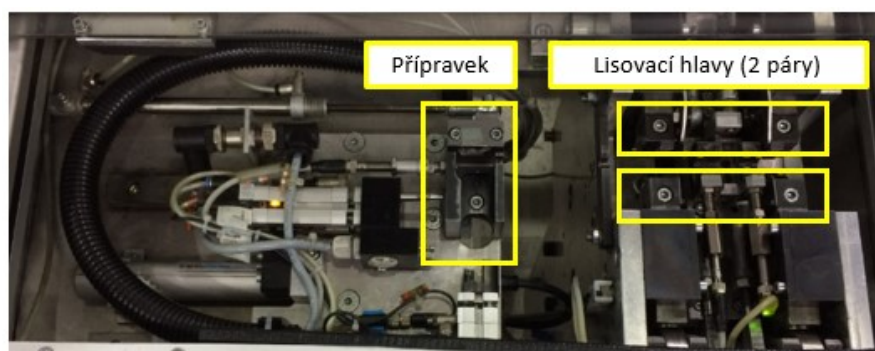


Tabulka 17 – Technické úpravy na AP2 X a AP2 Z

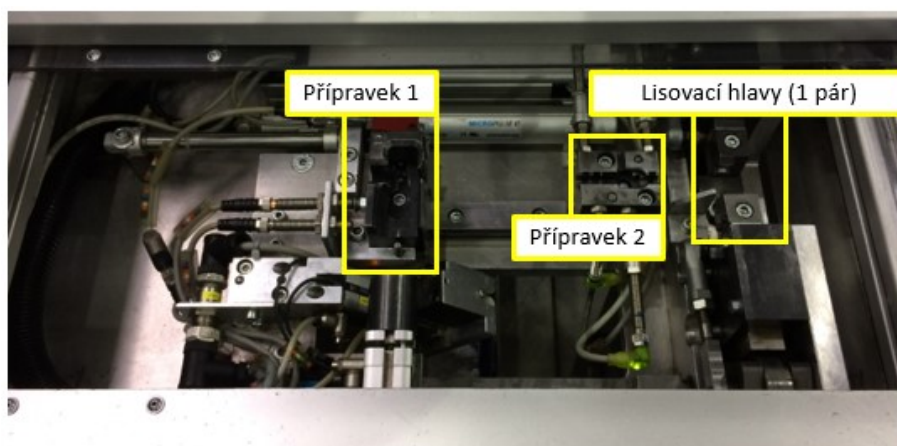
AP2 X a AP2 Z		
Část stroje	Problém	Odstranění problému
Lisování lisovacích matic	Nedostatečné a nestabilní lisování.	Výměna opotřebovaných lisovacích vaček.
Lisování lisovacích matic	Neadekvátními zásahy do konstrukce stroje v minulosti zapříčinily nemožnost nastavení rozteče (vzdálenosti) mezi oběma maticemi.	Návrh nových lisovacích hlav s možností milimetrové korekce axiální pozice.
Přípravky	Nesouosost	Srovnání přípravku do osy.
Sběr výrobních dat	Chybějící sběr výrobních dat.	Zakoupení serverového prostoru a elektronický sběr výrobních dat (analogové výstupy senzorů dráhy a měřená spotřeba proudu v čase).



Obrázek 31 – Technické detaily pracoviště AP2 X



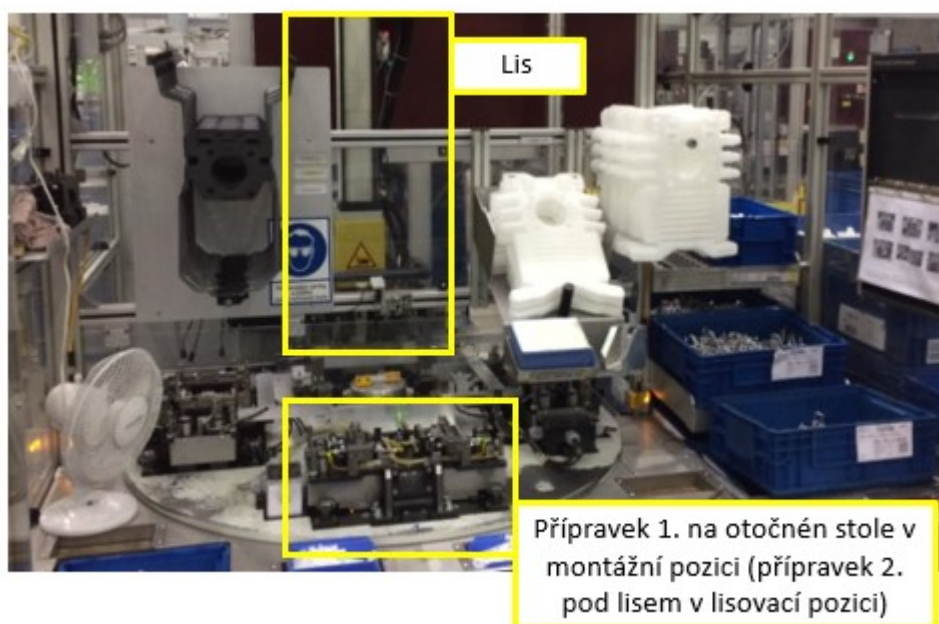
Obrázek 32 – Technické detaily pracoviště AP2 X (přípravek)



Obrázek 33 – Technické detaily pracoviště AP2 Z (přípravek)

Tabulka 18 – Technické úpravy na AP6

AP6		
Část stroje	Problém	Odstranění problému
Lisování	Nestabilní lisování - lisovací hlavy poškozené	Kompletní výměna lisovacích hlav, jak v lisu, tak v přípravcích.
Mazání	Značný únik maziva do prostoru stroje způsobuje neustálé poškození senzoriky otočného stolu. Nutné čištění stroje 1x týdně cca 1,5 hodiny.	Repase domazávacího systému.



Obrázek 34 – Technické detaily pracoviště AP6

## 3.2 Zavedení konceptu TPM

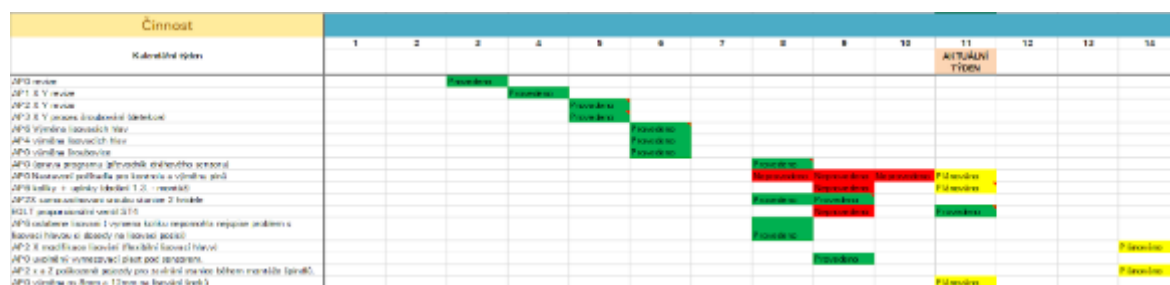
**Dostupnost stroje je dlouhodobě snížena nečekanými odstávkami výrobní linky, způsobenými poruchami, které je možné predikovat a jejich odstranění naplánovat.**

### 3.2.1 Plán pravidelných odstávek na údržbu

Operátoři jsou povinni hlásit i lehké odchylky v procesu svým nadřízeným, tedy seřizovačům. Tito jsou také povinni sledovat proces a shromažďovat informace o jeho odchylkách.

Vytvořil jsem plán, do kterého se tyto odchylky se zaznamenávají (obrázek 35), spolu s dalšími body, které je potřeba odstranit. Plán je poté revidován s údržbou, která se dopředu připraví na odstranění problému, (objedná se součástka, která není skladem, údržbář se předem podívá na proces během provozu a odhadne postup výměny dílu apod.). Poté je naplánován týden, ve kterém bude neshoda napravena.

V plánu je dále revidováno, zda k nápravě došlo, případně důvod proč nedošlo s přiřazením nového termínu. Plány jsou archivovány s možností zpětné dohledatelnosti.



Obrázek 35 – Ukázka plánu pravidelných odstávek pro údržbu linky

### 3.2.2 Kontrola procesu pro seřizovače

Po kompletní technické revizi všech výrobních zařízení jsem stanovil základní body pro kontrolu konkrétních pracovišť. Tyto jsem zpracoval do přehledných návodů a seřizovače s nimi seznámil a proškolil je. Kontrolu jsem seřizovačům naplánoval na týdenní bázi (během plánované odstávky z důvodu údržby). Jedná se o inspekci opotřebitelných částí, jako jsou kleště efektorů, pracovní lůžka nebo lisovací hlavy, dále



kontrola neměnných parametrů a další body, které seřizovač nemůže sledovat během procesu (nutno odstavit stroj).

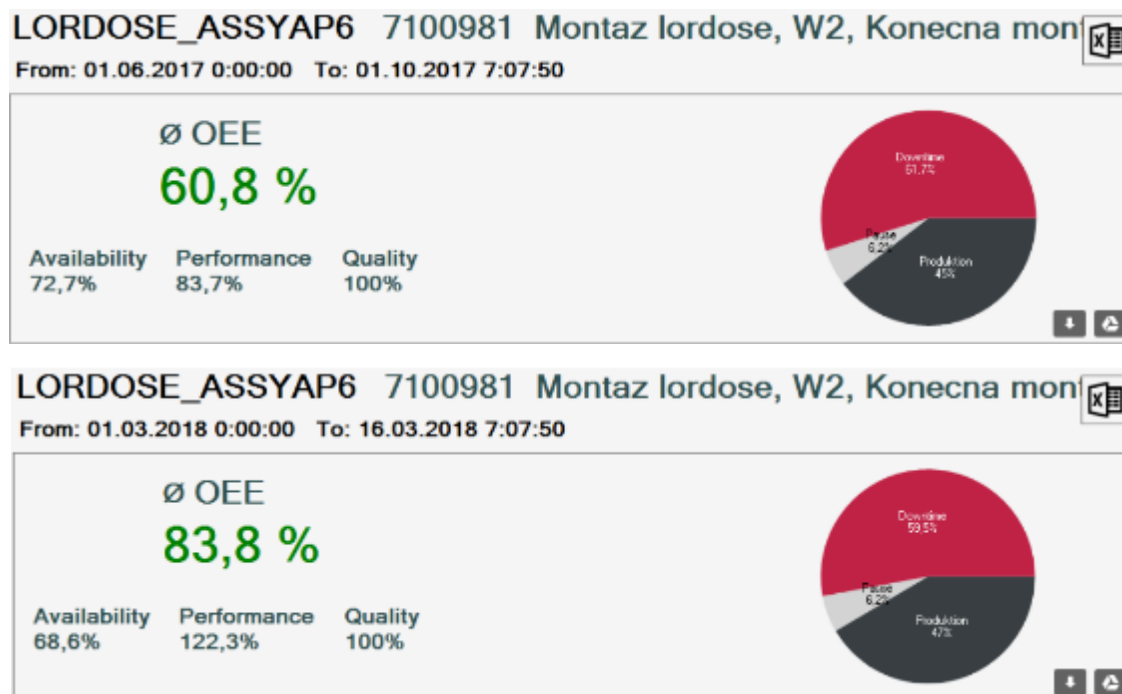
Dále byly stanoveny plány úklidu a čištění strojů pro operátory, také během plánované odstávky na údržbu.

### 3.2.3 Kontrola dat získaných s procesu

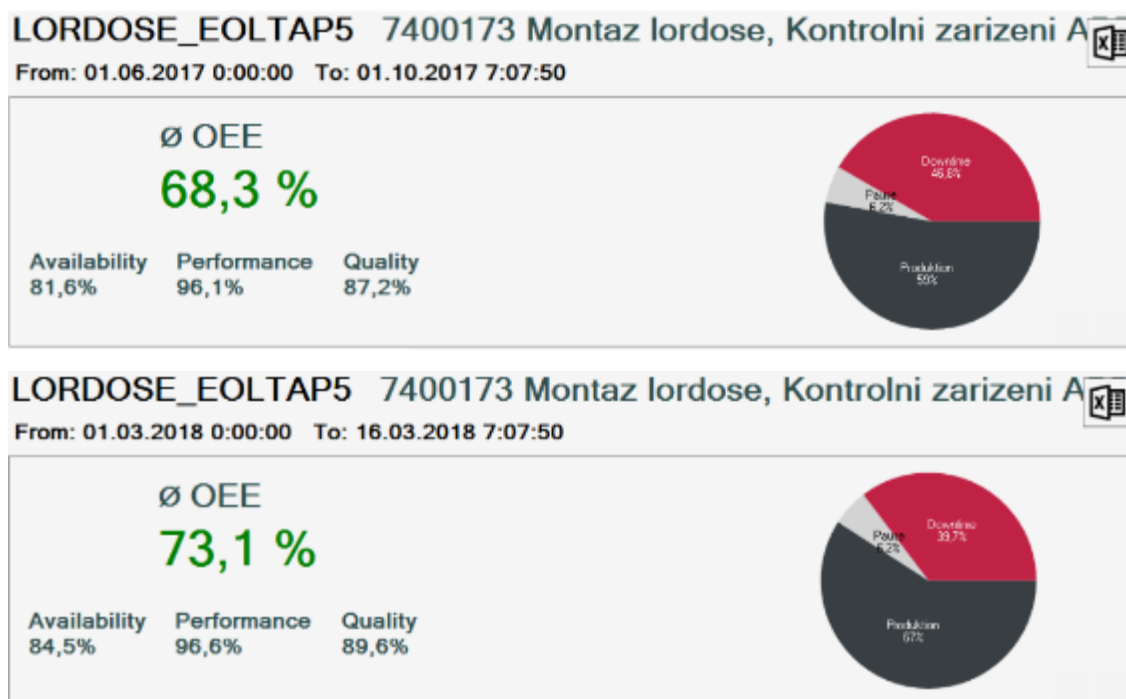
V rámci mé pozice kontroloji jedenkrát až dvakrát týdně vývoj vytýčených parametrů v čase. Tato data získávám z BMDC systému, který je ukládá, do standardní My SQL databáze. Z té data exportuji do tabulky v Excelu a pomocí kontingenčních tabulek kontroloji, na velkém počtu dat, trend (lineární aproximaci) v delším období (týden). Tuto metodiku jsem zavedl do Brose během svého projektu začlenění TPM standardů do výroby. Ukázku jsem zařadil do přílohy A.

### 3.3 Výsledné zvýšení OEE

Výsledkem provedených technických úprav na lince je nesporné zvýšení OEE, měřené na výstupech z AP6 a EOLT. Toto znázorňuje obrázek 36 a 37.



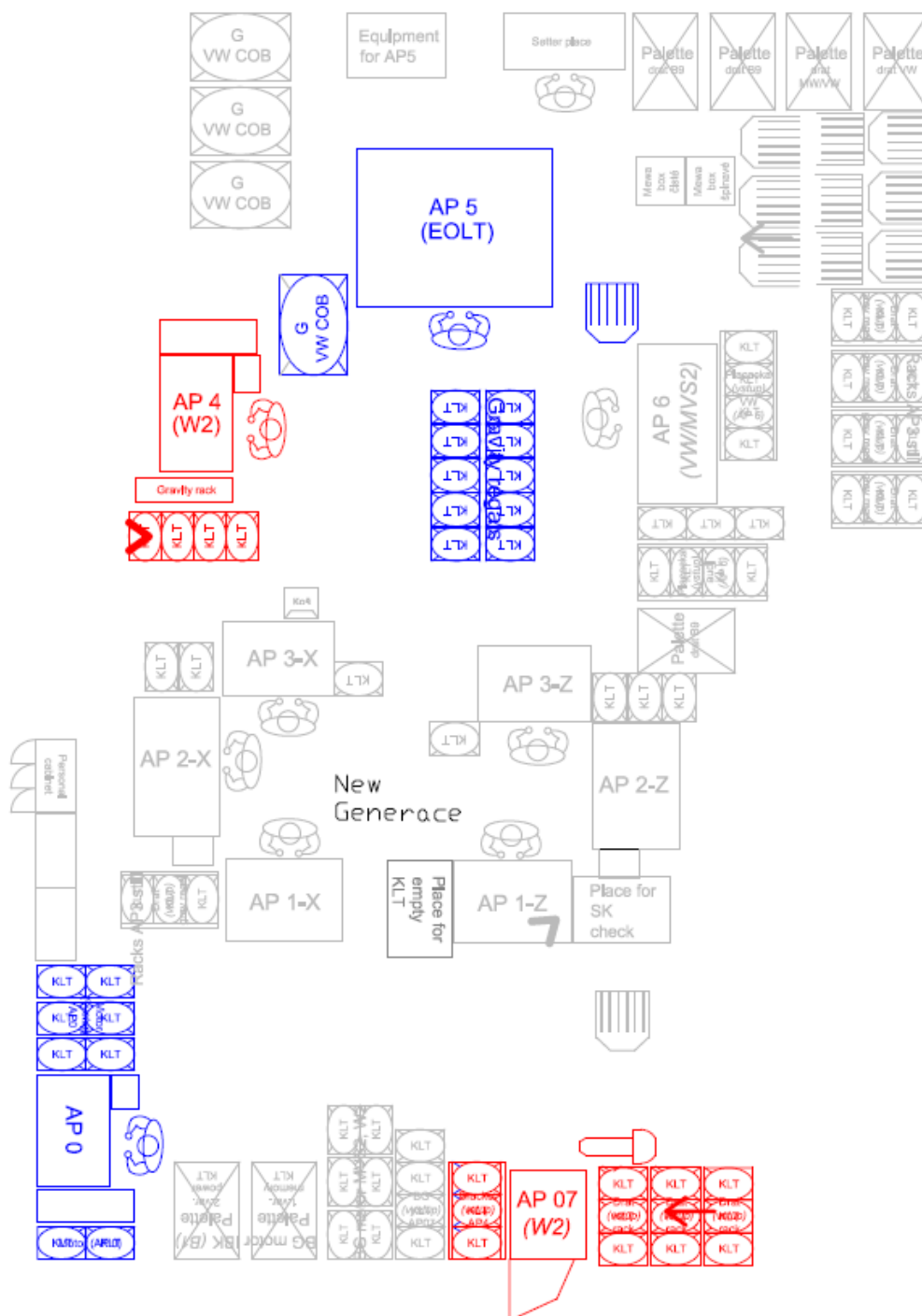
Obrázek 36 – OEE po stanici AP6, nahoře před a dole po technické optimalizaci



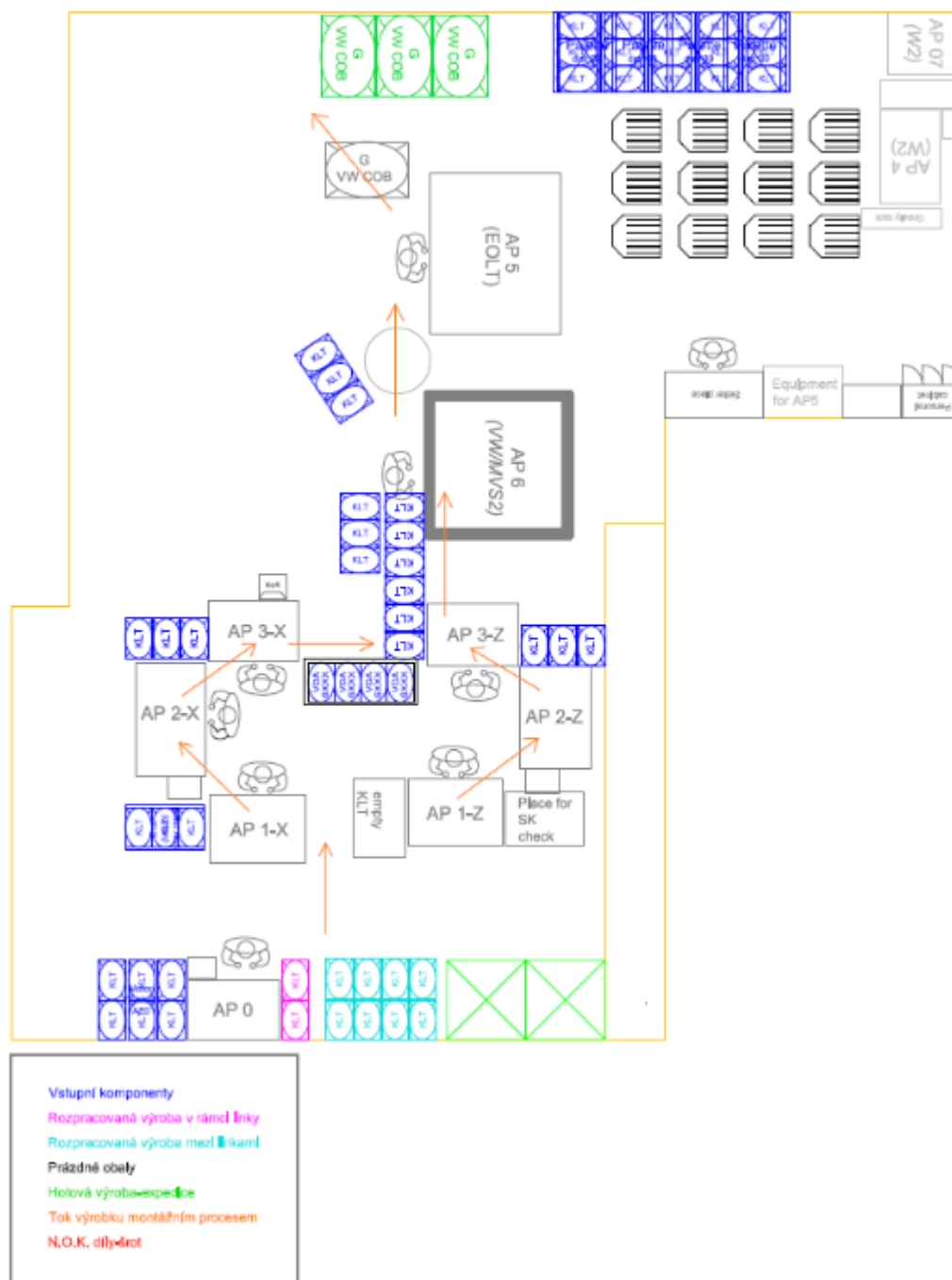
Obrázek 37 – OEE po stanici EOLT, nahoře před a dole po technické optimalizaci

Dostupnost (availability) je u dat z AP6 po optimalizaci snížena zavedenými týdenními údržbami. Tyto navrhuji eliminovat na 1 – 2 hodiny týdně, jakmile budou všechny úpravy aplikovány a zavedeny a nebude již potřeba dlouhých zásahů do procesu. Dále je potřeba brát v úvahu že tato data jsou sbírána před optimalizací layoutu a zavedením změn v MTM popisech práce.

Dále je vidět i zvýšení kvality na stanici EOLT. Dostupnost EOLT je zkreslena také faktem že se jedná o data před optimalizací layoutu.



*Obrázek 38 – Původní layout linky*



Obrázek 39 – Upravený layout linky

Z layoutu na obrázku 38 jsem odstranil dvě pracoviště, které jsou používány výlučně pro výrobu výběhového dílu (AP4 a AP7). Změnu layoutu jsem koncipoval s ohledem na minimalizaci nákladů na stěhování a odstavení výrobní linky. Dále zohledňuji optimalizaci výrobních časů redukcí přebytečných kroků v MTM analýze.

Úpravy MTM se týkaly především pokrytím procesních časů, na které operátor čekal, jinými činnostmi, jako přípravou dílu pro další operaci apod. Dále eliminací kroků a

otáčení na stanici AP6. Nakonec jsem přesunul finální operaci zacvaknutí klipu na ze stanice AP3X na rychlejší stanici AP3 Z, spolu se spojováním finálních sestav po AP3X a AP3Z (tzv. kříž). Mezi stanici AP6 a EOLT jsem navrhl otočný stojan, kdy operátor s AP6 díly navěšuje a po otočení je může operátor s EOLT odebírat a vkládat do testeru. Podrobnější popis operací uvádím v tabulkách 21 až 25.

Tabulka 19 uvádí rozpad jednotlivých operací na jednotlivá pracoviště (AP). Kompletní logistiku, tedy doplňování jednotlivých KLT na pozice, jsem přesunul na nevytíženou funkci seřizovače. Úzkým místem je zde opět stanice AP6. Tato je však při výkonu 130% téměř totožná se stanicí EOLT (29,1 sekundy).

*Tabulka 19 – Výstupy po optimalizaci po stanicích*

	AP1 X [s]	AP2 X jedna pracovní stanice [s]	AP3 X [s]	AP1 Z [s]	AP2 Z jedna pracovní stanice [s]	AP3 Z [s]	AP6 [s]	EOLT [s]
MTM	25,14	18,1	27,06	24,9	14	27,66	37,8	N/A
Procesní čas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,4	N/A	28.1
Seřizovač logi.	0	0	0	0	0	0	0	0
Celkový čas $t_e$	25,14	18,1	27,06	24,9	14	27,66	<b>37,8</b>	28,1

Tabulka 20 znázorňuje časy při rozdělení činností mezi operátory, kdy je celá montáž postavená na šesti operátorech. V týdenních výstupech je zohledněno také OEE 85%, které bude bezpečně udržitelné.

Z tabulky je patrné, že tento výstup pokryje standardní odvolávky během 15-ti směnného provozu. V kritických místech by se počítalo s navýšením provozu na 18 směn týdně již v předchozím období a výrobě na sklad k pokrytí kritických dodávek.

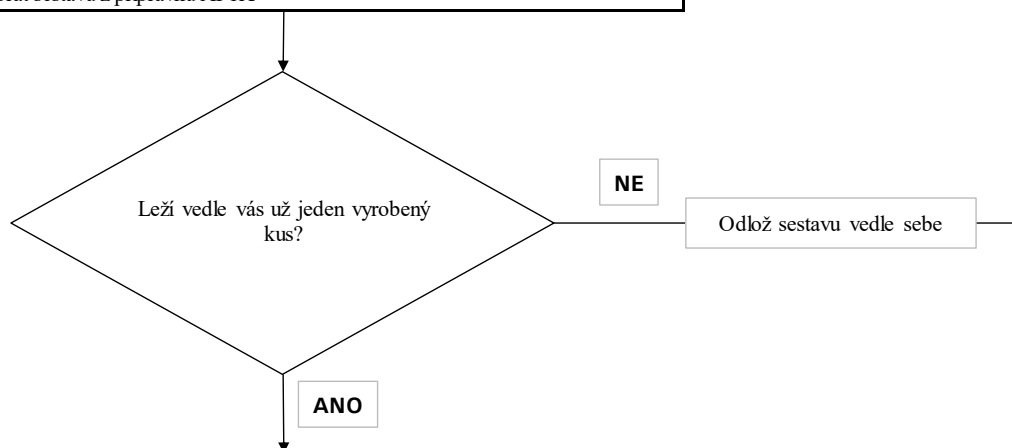
Tabulka 20 – Výstupy po optimalizaci po operacích

	100% [s]	kusy	130% [s]	kusy	Týdenní výstup 15 směn OEE 85% [ks]	Týdenní výstup 18 směn OEE 85% [ks]	
Operátor 1	34,19	790	26.3	1027			
Operátor 2	36,11	748	27.78	972			
Operátor 3	31,9	846	24.54	1100			
Operátor 4	34,66	779	26.66	1013			
Operátor 5	37,8	714	29.08	929	<b>11839</b>	<b>14207</b>	výstup při 6MA
Operátor 6 EOLT	28,1	961	28.1	961			

Tabulky 21 až 25 popisují rozpad jednotlivých činností operátora po optimalizaci procesu. Tyto budou použity také jako podklady pro školení operátorů.

Tabulka 21 – AP1 X a AP2 X Operátor 1

Číslo kroku	Popis činnosti
1	Vzít motor a vložit do mazání
2	Vzít gearbox (GB) do jedné ruky
3	Vytáhnout motor z mazání
4	Spojit moto a GB dohromady
5	Vložit motor a GB do přípravku
6	Vzít víko a vložit do přípravku
7	Vzít gumovou podložku a vložit do víka
8	Vzít 2x kovové podložky a vložit do víka a do GB
9	Zavřít přípravek
10	Stisknout start
11	Otočit stolem
12	Vzít hřídel s pastorkem a vložit ji do dalšího GB
PT	Mazání - vyčkat
13	Odebrat víčko a přiklopit na GB
14a	Odebrat sestavu z přípravku AP1X



14c	Vzít sestavu odloženou v předchozím kroku
15	Přejít k AP2X se sestavou v ruce
16	Odložit jednu sestavu do prázdného kaslíku
17	Vložit sestavu do volného ST
18	Bílý plast s KLT a vložit do přípravku
19	Pro dvě plastové vymezovací podložka a vložit do přípravku
20	Pro dvě krimpovací matice a vložit do přípravku
21	Stisknout start
22	Přejít ke druhé ST
23	Vytáhnout hotovou sestavu po AP2 X a odložit před sebe
24	Návrat na AP1X

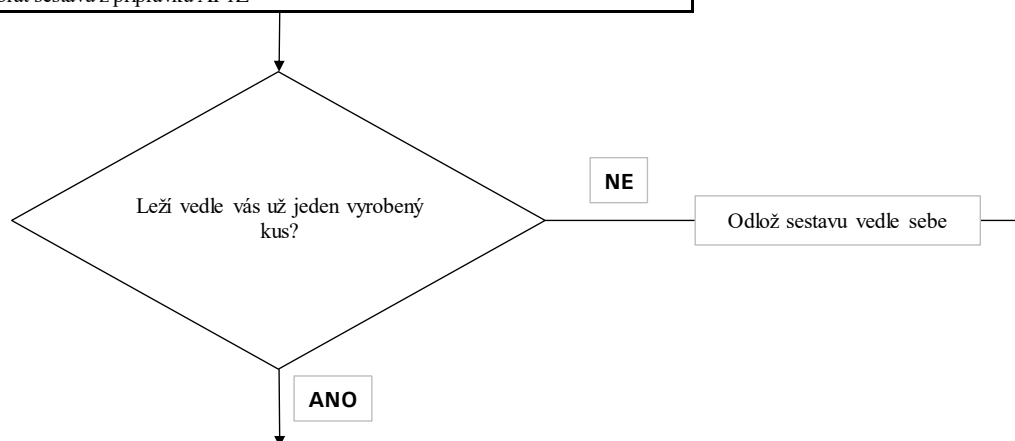
Tabulka 22 – AP2X a AP3X Operátor 2

Číslo kroku	Popis činnosti
1	Vzít sestavu s AP2X odkládacího místa a vložit sestavu do volného ST na AP2X
2	Bílý plast s KLT a vložit do přípravku
3	Pro dvě plastové vymežovací podložka a vložit do přípravku
4	Pro dvě krimpovací matice a vložit do přípravku
5	Stisknout start
6	Přejít ke druhé ST
7	Vytáhnout hotovou sestavu po AP2 X a držet v ruce
8	Přejít na AP3 X
9	Odebrat a vložit bílý plast
10	Vložit sestavu X do přípravku s pákou
11	Zalisovat pákou
12	Odebrat sestavu osy X
13	Odebrat plech
14	Vložit do lisovacího přípravku
15	Zalisovat
PT	Lisovací čas
16	Odebrat dva šroubky
17	První šroubek to převodovky
18	Druhý šroubek do převodovky
19	Vzít šroubovák
20	Šroubovat první šroub
PT	Šroubování
21	Šroubovat druhý šroub
PT	Šroubování
22	Odebrat sestavu osy X z přípravku a odložit do KLT
23	Návrat k AP2X



Tabulka 23 – AP1Z a AP2Z Operátor 3

Číslo kroku	Popis činnosti
1	Vzít motor a vložit do mazání
2	Vzít hřídel s pastorkem a vložit ji do mazacího přípravku
3	Vzít gearbox (GB) do jedné ruky
4	Vytáhnout motor z mazání
5	Spojit moto a GB dohromady
6	Vložit motor a GB do přípravku
7	Vzít víko a vložit do přípravku
9	Vzít kovovou podložku a vložit do víka a do GB
10	Zavřít přípravek
11	Stisknout start
12	Otočit stolem
13	Vzít hřídel s pastorkem z mazacího přípravku a vložit ji do dalšího GB
14	Odebrat víčko a přiklopit na GB
15a	Odebrat sestavu z přípravku AP1Z



14c	Vzít sestavu odloženou v předchozím kroku
15	Přejít k AP2Z se sestavou v ruce
16	Odložit jednu sestavu do prázdného kaslíku
17	Vložit sestavu do volného ST
18	Bílý plast s KLT a vložit do přípravku
19	Pro plastovou vymezovací podložku a vložit do přípravku
20	Pro krimpovací matici a vložit do přípravku
21	Stisknout start
22	Přejít ke druhé ST
23	Vytáhnout hotovou sestavu po AP2 Z a odložit před sebe
24	Návrat na AP1Z

Tabulka 24 – AP2Z a AP3Z Operátor 4

Číslo kroku	Popis činnosti
1	Vzít sestavu s AP2Z odkládacího místa a vložit sestavu do volného ST na AP2Z
2	Bílý plast s KLT a vložit do přípravku
3	Pro dvě plastové vymezovací podložka a vložit do přípravku
4	Pro dvě krimpovací matice a vložit do přípravku
5	Stisknout start
6	Přejít ke druhé ST
7	Vytáhnout hotovou sestavu po AP2 Z a držet v ruce
8	Přejít na AP3 Z
9	Odebrat a vložit bílý plast
10	Vložit sestavu Z do přípravku s pákou
11	Zalisovat pákou
12	Odebrat sestavu osy Z
13	Odebrat plech
14	Vložit do lisovacího přípravku
15	Zalisovat
PT	Lisovací čas
16	Odebrat dva šroubky
17	První šroubek to převodovky
18	Druhý šroubek do převodovky
19	Vzít šroubovák
20	Šroubovat první šroub
PT	Šroubování
21	Šroubovat druhý šroub
PT	Šroubování
22	Odebrat sestavu osy X z přípravku
23	Odebrat sestavu osy Z
24	Spojit obě sestavy a odložit do KLT
25	Návrat k AP2X

Tabulka 25 – AP6 Operátor 5

Číslo kroku	Popis činnosti
1	Vložení drátového rámu do přípravku.
2	Vložení dvou klipů na drátový rám.
3	Odebere a vloží připravenou smontovanou osu X a Z do kříže.
4	Stlačení tlačítka start a aktivace otočného stolu (hlídáno světelnou závorou).
PT	Automatické zalisování sestavených os Z a X do drátového rámu.
5	Operátor štětcem namaže obě ramínka a podložku zad, kterou odebere z pozice s materiálem.
6	Podložku zad nasadí na hotovou sestavu a zafixuje.
7	Operátor výjme hotový bederní polohovač a předá na odkládací stanoviště pro EOLT (otočný stojan).

Činnosti stanice EOLT zůstávají beze změn.

## 4 Závěr

Cílem práce bylo zmapování konkrétní situace ve výrobním procesu a racionalizace jednotlivých operací na základě mnou provedené analýzy aktuálního stavu linky, plánovaných odvolávek zákazníků a požadavků firmy Brose, viz kapitola 2.

Jakožto zodpovědný pracovník za daný proces ve firmě jsem vytipoval místa a způsob odstranění technických problémů linky. V tabulce 26 uvádím shrnutí klíčových oblastí, ve kterých jsem definoval problémy a poté navrhl řešení, která by měla dané problémy eliminovat (viz příslušná kapitola).

Tabulka 26 – Shrnutí

P. č.	Návrhy řešení	Kapitola
1	Technické úpravy na lince: oprava a výměna přípravků a komponentů, které mohou způsobovat snížení výkonů operátora.	4.1
2	Zavedení konceptu TPM: zvýšení OEE jednotlivých pracovišť (AP).	4.2
3	Definice kritických míst vzniku nekvality a zvýšení OEE na EOLT.	4.3
4	Úprava layoutu výrobní linky s ohledem na vyřazení stanic AP7 a AP4 z důvodu nadbytečnosti.	4.4
5	Optimalizace layoutu v návaznosti na optimalizaci MTM analýz (eliminace nadbytečných kroků a přesouvání operátorů, možnost zkrácení vzdáleností).	4.4
6	V návaznosti na krok 5., nastavení směnových modelů pro standardní výrobu a případné pokrytí zvýšených zákaznických odvolávek (např. v týdnech 26 až 30).	4.4

Kromě toho, že jsem nastavil základní principy TPM, proškolil jsem rovněž všechny zainteresované pracovníky.

Samotná realizace, stěhování a úprava výrobních prostředků linky dle mnou zpracovaných návrhů bude realizována v červnu 2018 jako poslední krok navržené optimalizace.

Cíl mého zadání byl tímto splněn. Do budoucna bych navrhoval vytvořit celkový plán životního cyklu výrobní linky, jenž by měl zahrnovat pokles zákaznických odvolávek a s tím svázaný vývoj celého procesu.

## Použité zdroje

1. HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty I*. Vyd. 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.
2. ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení výroby: učební text (CD-ROM)*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2012. ISBN 978-80-248-2775-9.
3. *Brose Fahrzeugteile: Automotive supplier for mechatronic door systems, seats or electric motors and drives*. [online]. Copyright © 2018 Brose Fahrzeugteile GmbH [vid. 09. 05. 2018]. Dostupné z: <https://www.brose.com/de-en/>
4. PlantWatcher - nástroj SnT na měření efektivity výroby | Plantwatcher.cz. PlantWatcher - nástroj SnT na měření efektivity výroby | Plantwatcher.cz [online]. Copyright © 2016 [vid. 09. 05. 2018]. Dostupné z: <https://www.plantwatcher.cz/>
5. ZAHRADNÍK, Jaroslav. *Metodika projektu strojírenského závodu*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1976.
6. KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9.
7. MUTHER, Richard. *Systematické projektování (S.L.P.)*. 2., nezm. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1972.

## **Seznam vložených obrázků, tabulek, grafů a příloh**

Obrázek 1 – Rozpad operací na úseky, úkony a pohyby – vizualizace

Obrázek 2 – OEE vizualizace

Obrázek 3 – Závod Brose v Kopřivnici

Obrázek 4 – Výroba v závodu Brose v Kopřivnici

Obrázek 5 – Zleva zadní sedadlová řada, přední sedadla, elektrický bederní polohovač.

Obrázek 6 – Zleva polohovač opěrky hlavy, polohovač naklonění sedáku, elektromotor

Obrázek 7 – Vlevo polohovač opěrky hlavy bez plastové podložky s označenými hlavními konstrukčními skupinami (01 drátový rám, 02 osa Z a 03 osa X; vpravo nahoře – umístění bederního polohovače v opěrce; vpravo dole – bederní polohovač s plastovou podložkou.

Obrázek 8 – Současný layout výrobní linky

Obrázek 9 – Detail montážního stanoviště AP0

Obrázek 10 – Sestava montována na pracovišti AP1 X

Obrázek 11 – Detail montážního stanoviště AP1 X

Obrázek 12 – Sestava montovaná na pracovišti AP2 X

Obrázek 13 – Detail montážního stanoviště AP2 X

Obrázek 14 – Sestava montována na AP3 X

Obrázek 15 – Detail montážní stanice AP3 X

Obrázek 16 – Sestava montovaná na AP1 Z

Obrázek 17 – Detail pracoviště AP1 Z

Obrázek 18 – Sestava montovaná na AP2 Z

Obrázek 19 – Detail pracoviště AP2 Z

Obrázek 20 – Sestava montovaná na pracovišti AP3 Z

Obrázek 21 – Detail pracoviště AP3 Z

Obrázek 22 – Detail pracoviště AP6

Obrázek 23 – Detail pracoviště AP6, pohled za operátora

Obrázek 24 – Detail pracoviště EOLT

Obrázek 25 – Úzká místa výrobního procesu

Obrázek 26 – OEE AP6 EOLT získané z analyzačního programu PLC

Obrázek 27 – OEE EOLT získané z analyzačního programu PLC

Obrázek 28 – Technické detaily pracoviště AP0

Obrázek 29 – Technické detaily pracoviště AP1 X

Obrázek 30 – Technické detaily pracoviště AP1 Z  
Obrázek 31 – Technické detaily pracoviště AP2 X  
Obrázek 32 – Technické detaily pracoviště AP2 X (přípravek)  
Obrázek 33 – Technické detaily pracoviště AP2 Z (přípravek)  
Obrázek 34 – Technické detaily pracoviště AP6  
Obrázek 35 – Ukázka plánu pravidelných odstávek pro údržbu linky  
Obrázek 36 – OEE po stanici AP6, nahoře před a dole po technické optimalizaci  
Obrázek 37 – OEE po stanici EOLT, nahoře před a dole po technické optimalizaci  
Obrázek 38 – Původní layout linky  
Obrázek 39 – Upravený layout linky

Tabulka 1 – AP0  
Tabulka 2 – AP1 X  
Tabulka 3 – AP2 X  
Tabulka 4 – AP3 X  
Tabulka 5 – AP1 Z  
Tabulka 6 – AP2 Z  
Tabulka 7 – AP3 Z  
Tabulka 8 – AP6  
Tabulka 9 – EOLT  
Tabulka 10 Výrobní časy jednotlivých operací  
Tabulka 11 – Rozdělení operátorů a jejich výkony  
Tabulka 12 – OEE po AP6  
Tabulka 13 – OEE po EOLT  
Tabulka 14 – Výstupy před optimalizací  
Tabulka 15 – Technické úpravy na AP0  
Tabulka 16 – Technické úpravy na AP1 X a AP1 Z  
Tabulka 17 – Technické úpravy na AP2 X a AP2 Z  
Tabulka 18 – Technické úpravy na AP6  
Tabulka 19 – Výstupy po optimalizaci po stanicích  
Tabulka 20 – Výstupy po optimalizaci po operacích  
Tabulka 21 – AP1 X a AP2 X Operátor 1  
Tabulka 22 – AP2X a AP3X Operátor 2

Tabulka 23 – AP1Z a AP2Z Operátor 3

Tabulka 24 – AP2Z a AP3Z Operátor 4

Tabulka 25 – AP6 Operátor 5

Graf 1 – Podíl variant na celkovém výrobním sortimentu linky

Graf 2 – Vývoj odvolávek v roce 2018

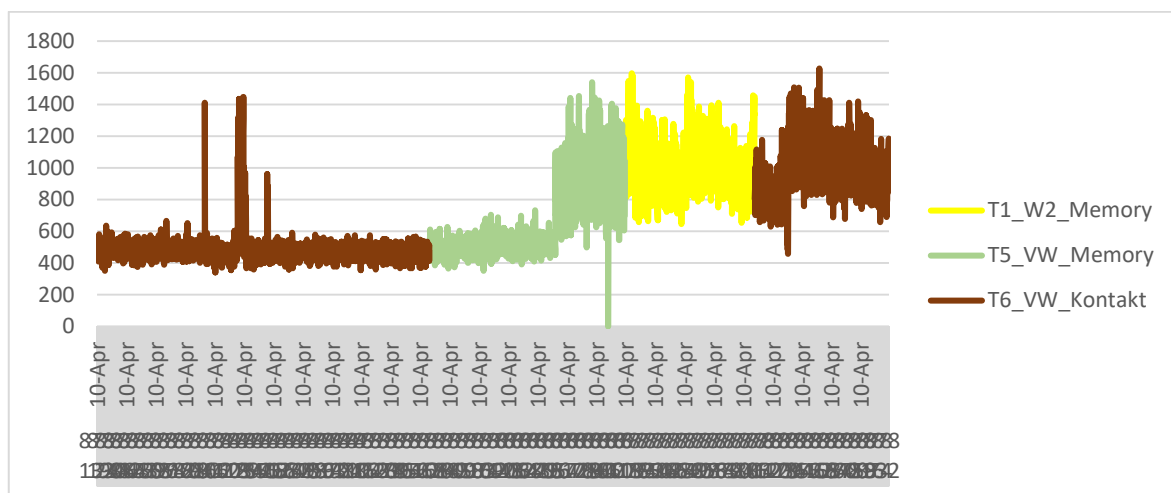
Graf 3 – Týdenní vyjádření predikce potřeb zákazníka

Graf 4 – Vizualizace úzkých míst v procesu

Příloha A – Vizualizace dat získaných z BMDC



## Příloha A – Vizualizace dat získaných z BMDC



ProductInfo	SaveDate	Draha_1	Sila_1	Draha_1_OK	Sila_1_OK	Draha_2	Sila_2
VW-Memory	10/04/2018 00:04	0,031	499	TRUE	TRUE	0,026	480
VW-Memory	10/04/2018 00:05	0,031	501	TRUE	TRUE	0,026	492
VW-Memory	10/04/2018 00:05	0,032	483	TRUE	TRUE	0,026	479
VW-Memory	10/04/2018 00:05	0,031	444	TRUE	TRUE	0,026	444
VW-Memory	10/04/2018 00:05	0,031	501	TRUE	TRUE	0,026	541
VW-Memory	10/04/2018 00:05	0,031	454	TRUE	TRUE	0,026	475
VW-Memory	10/04/2018 00:05	0,031	443	TRUE	TRUE	0,026	493
VW-Memory	10/04/2018 00:06	0,031	475	TRUE	TRUE	0,026	450
VW-Memory	10/04/2018 00:06	0,031	483	TRUE	TRUE	0,026	469
VW-Memory	10/04/2018 00:06	0,031	561	TRUE	TRUE	0,026	561
VW-Memory	10/04/2018 00:06	0,032	547	TRUE	TRUE	0,026	496
VW-Memory	10/04/2018 00:06	0,031	457	TRUE	TRUE	0,026	409
VW-Memory	10/04/2018 00:06	0,031	506	TRUE	TRUE	0,026	524
VW-Memory	10/04/2018 00:06	0,031	534	TRUE	TRUE	0,026	498
VW-Memory	10/04/2018 00:07	0,031	489	TRUE	TRUE	0,026	530
VW-Memory	10/04/2018 00:07	0,031	603	TRUE	TRUE	0,026	582
VW-Memory	10/04/2018 00:07	0,032	503	TRUE	TRUE	0,026	582
VW-Memory	10/04/2018 00:07	0,031	486	TRUE	TRUE	0,026	475
VW-Memory	10/04/2018 00:07	0,032	450	TRUE	TRUE	0,026	492
VW-Memory	10/04/2018 00:07	0,031	473	TRUE	TRUE	0,026	450
VW-Memory	10/04/2018 00:07	0,031	537	TRUE	TRUE	0,026	532
VW-Memory	10/04/2018 00:08	0,031	446	TRUE	TRUE	0,026	485
VW-Memory	10/04/2018 00:08	0,031	528	TRUE	TRUE	0,026	501
VW-Memory	10/04/2018 00:08	0,031	428	TRUE	TRUE	0,026	518
VW-Memory	10/04/2018 00:08	0,031	483	TRUE	TRUE	0,026	447